

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**

**HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**KARS İLİ ÖRNEĞİNDE BÜTÜNLEŞİK AFET RİSK HARİTALARININ  
KULLANILABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Harita Müh. Alpay KORKMAZ**

**ARALIK 2018  
TRABZON**



**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**KARS İLİ ÖRNEĞİNDE BÜTÜNLEŞİK AFET RİSK HARİTALARININ**  
**KULLANILABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ**

**Alpay KORKMAZ**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce**  
**"HARİTA YÜKSEK MÜHENDİSİ"**  
**Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 10 / 12 / 2018**

**Tezin Savunma Tarihi : 27 / 12 / 2018**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ertan GÖKALP**

**Trabzon 2018**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Harita Mühendisliği Anabilim Dalında  
Alpay KORKMAZ Tarafından Hazırlanan**

**KARS İLİ ÖRNEĞİNDE BÜTÜNLEŞİK AFET RİSK HARİTALARININ  
KULLANILABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ**




başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 11 / 12 / 2018 gün ve 1782 sayılı  
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
olarak kabul edilmiştir.

**Jüri Üyeleri**

**Başkan : Prof. Dr. Ertan GÖKALP**

**Üye : Prof. Dr. Nihat AKYOL**

**Üye : Dr. Öğr. Üyesi Leyla ÇAKIR**

**Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ**

**Enstitü Müdürü**

## ÖNSÖZ

Gelişen ülkelerin en önemli aşamalarından biri, gelişen teknoloji ile birlikte doğru verilerin alınması gerçeğidir. Bu sebepten dolayı yapılacak çalışmalarda verilerin doğru ve yerinde olması üretilecek bir haritanın doğruluğunu ve kullanılabilirliğini arttırmakta ve yararlı hale getirmektedir. Kars İli Bütünleşik Afet Risk Haritalarının yapım aşaması ve yapımından sonraki durumunu incelememize konu olan bu çalışma ile yapılan analizler sonucu oluşan Çığ Düşmesi, Heyelan, Kaya Düşmesi Duyarlılık Analiz Haritalarının kullanılabilirliğinin incelenmesi araştırılmıştır. Yapılan çalışmada, Kars ve çevresinde 10 adet alan (envanter) belirlenmiştir. Bu alanlar, Çığ Düşmesi için 3, Heyelan için 4 ve Kaya Düşmesi için 3 adet alan tespit edilmiştir. Çalışmanın başlangıcında belirlenen 10 adet alan için araziye çıkılarak, CORS-TR yöntemi ile ITRF96 (International Terrestrial Reference Frame -1996) sisteminde koordinatları ölçülmüştür.

Çalışmamız iki ana temel üzerine kurulmuştur. Birinci olarak Duyarlılık Analiz Haritaları için başlangıç ve temel kabul edilen SYM (Sayısal Yükseklik Modeli) Haritasının oluşturulmasındaki aktif rolü ile 1/25000' lik paftaların irdelenmesi, ikinci olarak Bütünleşik Afet Risk Haritalarının tamamlanmasını sağlayan Duyarlılık Analiz Haritalarının yapımı aşamasında Çığ Düşmesi, Heyelan ve Kaya Düşmesi için kullanılan envanter verilerinin saha ölçümleri yapılarak incelenmesi ve Google Earth üzerinden yapılan düzenlemelerin ve çalışmaların irdelenmesidir. Buradaki amacımız Duyarlılık Analiz Haritaları için kullanılan envanter bilgilerinin Google Earth ortamından alınmasından ve var olan envanterin ise aynı ortamda düzeltilip tekrar CBS ortamına aktarılmasından dolayı gelebilecek hataların belirlenmesidir. Yapılan araştırmalar tablolar ve şekiller halinde sunulmuştur.

Tez çalışmamda; Kars İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü personeli Jeoloji Mühendisi Funda OKUR' a, emeği geçen hocama teşekkür eder, bu çalışmanın Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığına faydalı olmasını dilerim.

Alpay KORKMAZ

Trabzon 2018



## TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum Kars İli Örneğinde Bütünleşik Afet Risk Haritalarının Kullanılabilirliğinin İncelenmesi başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Ertan GÖKALP' in sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/ örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/ analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/ yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 27/12/2018

Alpay KORKMAZ

## İÇİNDEKİLER

### Sayfa No

ÖNSÖZ .....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET .....	VII
SUMMARY .....	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	IX
TABLolar DİZİNİ.....	XIII
SEMBOLLER DİZİNİ .....	XIV
1. GENEL BİLGİLER .....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Amaç ve Kapsam .....	2
1.3. İnceleme Alanı .....	3
1.3.1. Konum Bilgileri .....	3
1.3.2. Ulaşım ve Yol Durumu .....	4
1.3.3. Kars İlinin Özellikleri .....	5
1.4. Kars İlinin Yerleşim Birimleri ve Arazi Kullanımı .....	6
1.4.1. Nüfus Yapısı .....	6
1.4.2. Tarımsal Alan Kullanımları .....	8
1.5. Kars İlinin Jeolojik Özellikleri.....	11
1.5.1. Genel Jeoloji .....	11
1.5.2. Yapısal Jeoloji.....	19
1.5.3. İklimsel Özellikler .....	22
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR .....	25
2.1. Arşiv Çalışmaları .....	26
2.2. Saha Çalışmaları .....	26
2.2.1. Çığ Düşmesi Alanlarının Belirlenmesi .....	27
2.2.2. Heyelan Alanlarının Belirlenmesi.....	30
2.2.3. Kaya Düşmesi Alanlarının Belirlenmesi.....	35
3. BÜTÜNLEŞİK AFET RİSK HARİTALARININ ÜRETİLMESİ.....	39

3.1.	Sayısal Yükseklik Modelin (SYM) Oluşturulması .....	39
3.2.	Çığ Düşmesi Duyarlılık Analiz Haritasının Yapım Aşaması .....	41
3.3.	Heyelan Duyarlılık Analiz Haritasının Yapım Aşaması.....	45
3.4.	Kaya Düşmesi Duyarlılık Analiz Haritasının Yapım Aşaması.....	50
4.	BULGULAR VE İRDELEME .....	53
4.1.	Sayısal ve Sayısal Olmayan 1/25000' lik Paftaların İncelenmesi .....	53
4.2.	Çığ Düşmesi Duyarlılık Analiz Haritalarının İncelenmesi .....	60
4.2.1.	Çığ Düşmesi Duyarlılık Analiz Haritalarının Koordinatlarının İncelenmesi .....	65
4.3.	Heyelan Duyarlılık Analiz Haritalarının İncelenmesi .....	72
4.3.1.	Heyelan Duyarlılık Analiz Haritalarının Koordinatlarının İncelenmesi.....	78
4.4.	Kaya Düşmesi Duyarlılık Analiz Haritalarının İncelenmesi .....	87
4.4.1.	Kaya Düşmesi Duyarlılık Analiz Haritalarının Koordinatlarının İncelenmesi...	91
5.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	99
6.	KAYNAKLAR .....	101
ÖZGEÇMİŞ		

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

KARS İLİ ÖRNEĞİNDE BÜTÜNLEŞİK AFET RİSK HARİTALARININ  
KULLANILABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ

Alpay KORKMAZ

Karadeniz Teknik Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı  
Danışman: Prof. Dr. Ertan GÖKALP  
2018, 101 Sayfa

Bu çalışma ile, Kars İli Örneğinde Bütünleşik Afet Risk Haritalarının yapım aşamasındaki durumu ve bunun Kars genelinde kullanılabilirliğinin incelenmesi esas alınmıştır. İlk aşama olarak Kars İli sınırları içerisinde 10 adet alan (envanter) belirlenmiş, bu alanlar (envanterler) Çığ Düşmesi alanı 3, Heyelan alanı 4, Kaya Düşmesi alanı 3 olarak tespit edilmiştir. Bu envanter verileri sahada CORS-TR yöntemi ile ITRF96 sisteminde koordinatları ölçülmüştür. Çalışmamız iki aşamadan oluşmuştur.

Birinci aşama olarak, Duyarlılık Analiz Haritalarının yapımında ilk işlem SYM haritasının üretilmesindeki altlık olan 1/25000' lik paftaların sayısal münhanileri (eğrileri) ile sayısal olmayan 1/25000' lik pafta aynı koordinat sisteminde CBS ortamında çakıştırılarak incelenmiştir. İkinci aşama olarak, Duyarlılık Analiz Haritalarının yapım aşamasında Çığ Düşmesi, Heyelan ve Kaya Düşmesi için yapılan analizlerin hangi aşamasında envanter verisinin kullanıldığı ve bu kullanımda ne gibi hataların oluşabileceğini göstermek için, sahada belirlenen 10 adet envanter verilerinin ölçümleri yapılırken, ölçüm yapılan ve aynı zamanda zeminde belirgin olarak görünen 4 nokta belirlendi ve bu 4 nokta ölçüm esnasında Google Earth üzerine işaretlendi.

Buradaki amacımız Duyarlılık Analiz Haritalarının envanter verilerinin üretilmesi ve düzeltilmesi aşamalarındaki hataların belirlenmesidir. Yapılan çalışma bize veri doğruluğunun önemini göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kars, Bütünleşik Afet Risk Haritaları, Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı, Heyelan, Kaya Düşmesi, Çığ Düşmesi.

Master Thesis

SUMMARY

IN THE SAMPLE OF KARS, THE USABILITY STUDY OF THE INTEGRATED  
DISASTER RISK MAPS

Alpay KORKMAZ

Karadeniz Technical University  
The Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Geomatics Engineering Graduate Program  
Supervisor: Prof. Dr. Ertan GÖKALP  
2018, 101 Pages

This study examines the current situation in constructing Integrated Disaster Risk Maps in Kars province and its usability in Kars. In the first stage, ten areas (inventories) as avalanche falling (3), landslide site (4) and rock fall (3) were identified in the borders of Kars. These data of inventories were measured by means of CORS-TR within the coordinates of the ITRF96 system in the field work. Our study comprises of two stages.

In the first stage, in the making of Sensitivity Analysis Maps, firstly, numeric curves of the 1/25000 sheets and non-numeric 1/25000 sheets in the producing DEM (Digital Elevation Model) map were examined by super-posing them with one another in the same coordinate system, through the GIS (Geographic Information System). In the second stage, while preparing Sensitivity Analysis Maps, we mark the inventory data that are used in the analyses for the avalanche, landslide and rock fall sites. In this process, while making measurements of ten inventory data points, four points, which are measured and identified clearly on the ground, have been marked on the Google Earth to identify measurement errors that may have occurred.

Our aim was to qualify the errors that occur in the processing of the adjusting and producing of the data in Sensitivity Analysis Maps. The conducted research shows the importance of data accuracy.

**Key Words:** Kars, Integrated Risk Maps, Disaster and Emergency Management  
Presidency, Avalanche, Landslide Site, Rock Fall

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa No

Şekil 1.	Kars ili ülke ve bölge içindeki yeri (Kars AFAD).....	3
Şekil 2.	Kars ili idari yapısı (Kars AFAD).....	4
Şekil 3.	Kars ve diğer illerin karayolu bağlantısı (Kars AFAD).....	5
Şekil 4.	Kars ili nüfus yoğunluğu (Kars AFAD).....	7
Şekil 5.	Kars ili tarımsal arazi yapısı (Kars AFAD). ....	9
Şekil 6.	Kars ili orman alanları (Kars AFAD). ....	10
Şekil 7.	Kars ili orman alanları (Kars OİM). ....	10
Şekil 8.	Kars ili jeoloji haritası (Kars AFAD, MTA).....	18
Şekil 9.	Kars ili diri fay haritası (Kars AFAD).....	20
Şekil 10.	Kars ili ve yakın çevresinde meydana gelen depremlere ait odak görüntüleri, 4<= M<10 (deprem.gov.tr). ....	21
Şekil 11.	Ortalama sıcaklık parametresi istatistiksel analizi: 1958 -2015 (MGM) .....	23
Şekil 12.	Toplam yağış parametresi istatistiksel analizi:1958 -2015 (MGM).....	24
Şekil 13.	Rüzgâr yön, esme sayıları ve yöne göre ort. hız grafiği (MGM). ....	24
Şekil 14.	Kars ili merkez ilçesi akdere köyü çığ düşmesi saha ölçümü .....	27
Şekil 15.	Kars ili merkez ilçesi akdere köyü çığ düşmesi google earth görüntüsü .....	28
Şekil 16.	Kars ili susuz ilçesi doyumlu köyü çığ düşmesi saha ölçümü .....	28
Şekil 17.	Kars ili susuz ilçesi doyumlu köyü çığ düşmesi google earth görüntüsü.....	29
Şekil 18.	Kars ili susuz ilçesi harmanlı köyü çığ düşmesi saha ölçümü .....	29
Şekil 19.	Kars ili susuz ilçesi harmanlı köyü çığ düşmesi google earth görüntüsü.....	30
Şekil 20.	Kars ili merkez ilçesi alçılı köyü heyelan saha ölçümü .....	31
Şekil 21.	Kars ili merkez ilçesi alçılı köyü heyelan google earth görüntüsü.....	31
Şekil 22.	Kars ili merkez ilçesi çığırğan köyü heyelan saha ölçümü .....	32
Şekil 23.	Kars ili merkez ilçesi çığırğan köyü heyelan google earth görüntüsü .....	32
Şekil 24.	Kars ili sarıkamış ilçesi inkaya köyü heyelan saha ölçümü .....	33
Şekil 25.	Kars ili sarıkamış ilçesi inkaya köyü heyelan google earth görüntüsü .....	33
Şekil 26.	Kars ili kağızman ilçesi yukarıkaragüney köyü heyelan saha ölçümü.....	34
Şekil 27.	Kars ili kağızman ilçesi yukarıkaragüney köyü heyelan google earth görüntüsü.....	34

Şekil 28. Kars ili merkez ilçesi merkez mahallesi kaya düşmesi saha ölçümü .....	35
Şekil 29. Kars ili merkez ilçesi merkez mahallesi kaya düşmesi google earth görüntüsü .	36
Şekil 30. Kars ili arpaçay ilçesi tomarlı köyü kaya düşmesi saha ölçümü .....	36
Şekil 31. Kars ili arpaçay ilçesi tomarlı köyü kaya düşmesi google earth görüntüsü .....	37
Şekil 32. Kars ili digor ilçesi varlı köyü kaya düşmesi saha ölçümü .....	37
Şekil 33. Kars ili digor ilçesi varlı köyü kaya düşmesi google earth görüntüsü .....	38
Şekil 34. Kars ili yükseklik haritası .....	40
Şekil 35. Kars ili eğim haritası .....	40
Şekil 36. Kars ili bakı haritası .....	41
Şekil 37. Jaboyedoff ve Labiouse (2003) tarafından önerilen konik yayılım yaklaşımı (a) $\beta$ açısına sahip düşey koni, (b) kaynak alandaki hücrelerde şematik olarak $\beta$ açısına sahip koni ile topografyanın ara kesiti .....	42
Şekil 38. Çığ düşmesi duyarlılık analiz haritası için belirlenen parametreler .....	43
Şekil 39. Çığ düşmesi duyarlılık analiz haritası yapım aşaması .....	44
Şekil 40. Conefall yazılım arayüzü .....	45
Şekil 41. Heyelan duyarlılık analizi frekans tablosu .....	47
Şekil 42. Heyelan duyarlılık analizi haritası yapım aşaması .....	49
Şekil 43. Kaya düşmesi duyarlılık analizi haritası yapım aşaması .....	52
Şekil 44. Kars ili 1/25000 G50D2 paftası incelenen alan .....	54
Şekil 45. Kars ili 1/25000 G50D2 sayısallaştırılmış paftası incelenen alan .....	55
Şekil 46. Kars ili 1/25000 D50D2 pafta ve sayısallaştırmanın karşılaştırılması .....	56
Şekil 47. 1/25000' lik F50C4 paftasının sayısal olmayan ve sayısal durumunun dönüşüm yapılarak karşılaştırılması .....	57
Şekil 48: 1/25000' lik F50C4 pafta üzerindeki yerleşim yerlerinden geçen eş yükselti eğrileri .....	58
Şekil 49. 1/25000' lik F50C4 paftanın sayısal ve sayısal olmayan durumunun incelenmesi .....	59
Şekil 50: Kars ili belirlenen çığ düşmesi alanları google earth görüntüsü .....	61
Şekil 51. Akdere köyü çığ düşmesi alanı google earth görüntüsü .....	62
Şekil 52. Doyumlu köyü çığ düşmesi alanı google earth görüntüsü .....	63
Şekil 53. Harmanlı köyü çığ düşmesi alanı google earth görüntüsü .....	64
Şekil 54: Çığ düşmesi duyarlılık analizi seçilen 3 alanın CBS' ne aktarım görüntüsü .....	66
Şekil 55. Akdere köyü çığ düşmesi gerçek ölçüm değerleri ile arazide google earth üzerine işaretlenen 4 noktanın google earth ortamında karşılaştırılması .....	66

Şekil 56. Akdere köyü çığ düşmesi gerçek ölçüm değerleri ile arazide google earth üzerine işaretlenen 4 noktanın CBS ortamında çakıştırılması .....	67
Şekil 57. Doyumlu köyü çığ düşmesi gerçek ölçüm değerleri ile arazide google earth üzerine işaretlenen 4 noktanın google earth ortamında çakıştırılması.....	68
Şekil 58. Doyumlu köyü çığ düşmesi gerçek ölçüm değerleri ile arazide google earth üzerine işaretlenen 4 noktanın CBS ortamında çakıştırılması.....	69
Şekil 59. Harmanlı köyü çığ düşmesi gerçek ölçüm değerleri ile arazide google earth üzerine işaretlenen 4 noktanın google earth ortamında çakıştırılması.....	70
Şekil 60. Harmanlı köyü çığ düşmesi gerçek ölçüm değerleri ile arazide google üzerine işaretlenen 4 noktanın CBS ortamında çakıştırılması.....	71
Şekil 61. Kars ili belirlenen heyelan alanları google earth görüntüsü.....	73
Şekil 62. Alçılı köyü heyelan alanı google earth görüntüsü.....	74
Şekil 63. İnkaya köyü heyelan alanı google earth görüntüsü.....	75
Şekil 64. Çığrgan köyü heyelan alanı google earth görüntüsü.....	76
Şekil 65. Yukarıkaragüney köyü heyelan alanı google earth görüntüsü .....	77
Şekil 66. Heyelan duyarlılık analizi seçilen 4 alanın CBS' ne aktarım görüntüsü .....	78
Şekil 67. Alçılı köyü heyelan gerçek ölçüm değerleri ile arazide google earth üzerine işaretlenen 4 noktanın google earth ortamında çakıştırılması .....	79
Şekil 68. Alçılı köyü heyelan gerçek ölçüm değerleri ile arazide google earth üzerine işaretlenen 4 noktanın CBS ortamında çakıştırılması .....	80
Şekil 69. Çığrgan köyü heyelan gerçek ölçüm değerleri ile arazide google earth üzerine işaretlenen 4 noktanın google earth ortamında çakıştırılması .....	81
Şekil 70. Çığrgan köyü heyelan gerçek ölçüm değerleri ile arazide google earth üzerine işaretlenen 4 noktanın CBS ortamında çakıştırılması .....	82
Şekil 71. İnkaya Köyü Heyelan Gerçek Ölçüm Değerleri ile Arazide Google Earth üzerine işaretlenen 4 noktanın google earth ortamında çakıştırılması.....	83
Şekil 72. İnkaya köyü heyelan gerçek ölçüm değerleri ile arazide google earth üzerine işaretlenen 4 noktanın CBS ortamında çakıştırılması .....	84
Şekil 73. Yukarıkaragüney köyü heyelan gerçek ölçüm değerleri ile arazide google earth üzerine işaretlenen 4 noktanın google earth ortamında çakıştırılması .....	85
Şekil 74. Yukarıkaragüney köyü heyelan gerçek ölçüm değerleri ile arazide google earth üzerine işaretlenen 4 noktanın CBS ortamında çakıştırılması .....	86
Şekil 75. Kars ili belirlenen kaya düşmesi alanları google earth görüntüsü.....	88
Şekil 76. Merkez kaya düşmesi alanı google earth görüntüsü .....	89
Şekil 77. Tomarlı kaya düşmesi alanı google earth görüntüsü.....	90
Şekil 78. Varlı kaya düşmesi alanı google earth görüntüsü .....	91
Şekil 79. Kaya düşmesi duyarlılık analizi seçilen 4 alanın CBS ' ne aktarım görüntüsü ...	92



Şekil 80. Merkez kaya düşmesi gerçek ölçüm değerleri ile arazide google earth üzerine işaretlenen 4 noktanın google earth ortamında karşılaştırılması .....	93
Şekil 81. Merkez kaya düşmesi gerçek ölçüm değerleri ile arazide google earth üzerine işaretlenen 4 noktanın CBS ortamında karşılaştırılması .....	94
Şekil 82. Tomarlı köyü kaya düşmesi gerçek ölçüm değerleri ile arazide google earth üzerine işaretlenen 4 noktanın google earth ortamında karşılaştırılması .....	95
Şekil 83. Tomarlı köyü kaya düşmesi gerçek ölçüm değerleri ile arazide google earth üzerine işaretlenen 4 noktanın CBS ortamında karşılaştırılması .....	96
Şekil 84. Varlı köyü kaya düşmesi gerçek ölçüm değerleri ile arazide google earth üzerine işaretlenen 4 noktanın google earth ortamında karşılaştırılması.....	97
Şekil 85. Varlı köyü kaya düşmesi gerçek ölçüm değerleri ile arazide google earth üzerine işaretlenen 4 noktanın CBS ortamında karşılaştırılması .....	98

## TABLolar DİZİNİ

### Sayfa No

Tablo 1. Kars merkezinin ilçelere olan mesafeleri .....	4
Tablo 2. Kars ilçeleri nüfus ve yüzölçümleri (TÜİK, 2018). .....	7
Tablo 3. Tarımsal alan kullanımı (Kars İl GTH Müdürlüğü).....	8
Tablo 4. Tarım arazisi kullanım durumuna göre dağılımı (Kars İl GTH Müdürlüğü).....	8
Tablo 5. Heyelan duyarlılık analizi sınıflandırma .....	48
Tablo 6. G50D2 paftasının sayısal ve sayısal olmayan durumunun koordinat sistemi.....	53
Tablo 7. Akdere köyü çığ düşmesi CBS ortamında 4 noktanın koordinatlarının karşılaştırılması .....	68
Tablo 8. Doyumlu köyü çığ düşmesi CBS ortamında 4 noktanın koordinatlarının karşılaştırılması .....	69
Tablo 9. Harmanlı köyü çığ düşmesi CBS ortamında 4 noktanın koordinatlarının karşılaştırılması .....	71
Tablo 10. Alçılı köyü heyelan CBS ortamında 4 noktanın koordinatlarının karşılaştırılması .....	80
Tablo 11. Çığırgan köyü heyelan CBS ortamında 4 noktanın koordinatlarının karşılaştırılması .....	82
Tablo 12. İnkaya köyü heyelan CBS ortamında 4 noktanın koordinatlarının karşılaştırılması .....	84
Tablo 13. Yukarıkaragüney köyü heyelan CBS ortamında 4 noktanın koordinatlarının karşılaştırılması .....	86
Tablo 14. Merkez kaya düşmesi CBS ortamında 4 noktanın koordinatlarının karşılaştırılması .....	94
Tablo 15. Tomarlı köyü kaya düşmesi CBS ortamında 4 noktanın koordinatlarının karşılaştırılması .....	96
Tablo 16. Varlı köyü kaya düşmesi CBS ortamında 4 noktanın koordinatlarının karşılaştırılması .....	98

## SEMBOLLER DİZİNİ

<b>AFAD</b>	: Afet ve Acil Durum
<b>AMB</b>	: Afete Maruz Bölge
<b>ArcGIS</b>	: Coğrafi Bilgi Sistemi Yazılım Programı
<b>CBS</b>	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
<b>CORS-TR</b>	: Sürekli Gözlem Yapan GPS İstasyonları Ağı ve Ulusal Datum Dönüşümü Sistemi Türkiye
<b>FRA</b>	: Frequency Response Analysis
<b>GTH</b>	: Gıda Tarım Hayvancılık
<b>ITRF96</b>	: International Terrestrial Reference Frame-1996
<b>m</b>	: Metre
<b>MGM</b>	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
<b>MTA</b>	: Maden Teknik Arama
<b>NetCAD</b>	: Vektörel Harita Çizim Programı
<b>SYM</b>	: Sayısal Yükseklik Modeli

## 1. GENEL BİLGİLER

### 1.1. Giriş

Bu çalışma ile Bütünleşik Afet Risk Haritalarının hazırlanmasının temelini oluşturan Duyarlılık Analiz Haritalarının yapımının başından sonuna kadar yapılan çalışmalarının ve mevcut saha ile olan değerlerin hassasiyetinin incelenmesi esas alınmıştır. Kars genelinde Çığ Düşmesi için 3, Heyelan için 4 ve Kaya düşmesi için 3 alan belirlenerek seçilmiş olup, toplamda 10 alan belirlenmiştir. İlgili alanlar sahada, CORS-TR yöntemi ile ITRF96 sisteminde ölçümü yapılarak koordinatları elde edilmiştir. Vektörel Harita Çizim programı olan NetCAD programı ile bu alanların envanter veri haline getirilmesi sağlanmış ve CBS ortamına ve Google Earth ortamlarına aktarımları sağlanmıştır. Belirlenen bu envanter verileri Duyarlılık Analiz Haritası yapım aşamalarında ve verilerin doğruluğunun incelenmesi için altlık olarak kullanılmıştır. Söz konusu seçilen yerler ile ilgili olarak Coğrafi Bilgi Sistemi yazılım programı olan ArcGIS programı kullanılarak analizler yapılmış, Bütünleşik Afet Risk Haritalarının oluşturulmasındaki aynı yöntem burada da kullanılmıştır.

Bütünleşik Afet Risk Haritalarının yasal dayanağı, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanunda; İlin Afet Planlaması ve Afet Riski Yönetim çalışmalarının koordinasyonu ve yönetiminin İl Müdürlüğünün yetki ve sorumluluğunda olduğu belirtilmiştir. Ayrıca Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığının 24/06/2015 gün ve 13887 sayılı 2015/5 genelgesi ile 1/25000 ölçeğinde Heyelan, Kaya Düşmesi ve Çığ Düşmesi Afetleri için Duyarlılık ve Tehlike Zonlamalarının altlıklarını oluşturmak üzere envanter toplanması ve veri tabanlarına aktarılması çalışmalarının idari ve teknik süreçler ile 2015 yılı sonuna kadar yürütülmesi gerektiği belirtilmiştir. Bu kanuna istinaden Kars İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü de çalışmalarını yaparak Bütünleşik Afet Risk Haritalarının ilk aşaması olan Duyarlılık Analiz Haritalarını tamamlamıştır. Bu çalışmada Kars İli Bütünleşik Afet Risk Haritalarının hazırlanması projesinin Çığ Düşmesi, Heyelan ve Kaya Düşmesi Duyarlılık Haritalarının mevcut saha şartlarında kullanılabilirliği test edilmeye çalışılmıştır. Yapılan çalışma ile 1/25000' lik paftaların ve Duyarlılık Analiz Haritalarının kullanımında altlık teşkil eden envanter verilerinin doğrulukları incelenmiştir.

## 1.2. Amaç ve Kapsam

Bütünleşik Afet Risk Haritası Analizinde kullanılan Çığ Düşmesi, Heyelan ve Kaya Düşmesi, ülkemizde karşılan doğal afet türlerindedir.

Çığ düşmesi, dağ yamaçları gibi eğimli yüzeylerde biriken büyük kar kütlelerinin kendiliğinden veya tetikleyici bir etki sonucunda dengenin bozulması nedeniyle, aniden ve büyük bir hızla harekete geçip yamaç eğimi yönünde gösterdiği akma hareketi olayı olarak tanımlanmaktadır. Çığ düşmesi olayı Kars İlinde yağışın en fazla olduğu Kış aylarında artmaktadır.

Heyelan afeti, ülkemizde sık karşılaşılan doğal afet türlerinden olup depremle birlikte en çok yapı hasarı heyelanlar nedeniyle meydana gelmektedir. Kaya, toprak ve arazi parçalarının, yer çekimi veya depremler, aşırı yağışlar gibi dış etkenlerin etkisi ile fark edilebilir düzeyde eğim aşağı doğru kayması veya hareket etmesi durumu, toprak kayması olarak tanımlanan heyelan Kars İli afet olayları incelendiğinde en sık karşılaşılan olaydır. Bazı heyelanlar yerleşim biriminin bir bölümünün geniş ölçekte afete maruz bölge (AMB, yapı ve ikamete yasaklı alan) olarak ilan edilmesine neden olmuştur.

Kaya düşmesi, fiziksel ve kimyasal etkilerle bozulmuş veya parçalanmış, değişik boy ve çeşitteki kaya ve zemin parçalarının, kendiliğinden ya da depremler, aşırı yağışlar gibi harici etkilerle meyil aşağı hızla hareket etmesi olayı olarak tanımlanmaktadır. Kaya düşmesi olayı Kars İlinde yağışın en fazla olduğu ilkbahar aylarında artmaktadır. Bu afet türleri sonucu yerleşim yerleri, elektrik ve telefon hatları, kara ve demir yolları gibi alanlarda can ve mal kaybına yol açabilmektedir. Yapılacak çalışmalar bu kayıpların önüne geçebilmek için oldukça önemlidir.

Bütünleşik Afet Risk Haritalarının yapım aşamasının ve tamamlanmasının altlığı olan Duyarlılık Analiz Haritalarının hazırlanması ve incelenmesi birçok noktada bize bulunduğumuz durumun irdelenmesini sağlayacaktır. Bu şekilde saha ölçümleri yapılarak belirlenen envaner verilerinin CBS ortamında yapılan çalışmalar ile karşılaştırılması ve aradaki koordinat farklarının belirlenmesi, yapılacak çalışmanın güvenilirliğini ve kullanılabilirliğini test etmemize olanak sağlayacaktır. Bu kapsamda yaptığımız saha ve CBS ortamındaki Duyarlılık Analiz Haritalarının yapımındaki aşamaların karşılaştırılması bize yapılan çalışmanın doğruluğunun araştırılmasına zemin hazırlayacaktır.

### 1.3. İnceleme Alanı

#### 1.3.1. Konum Bilgileri

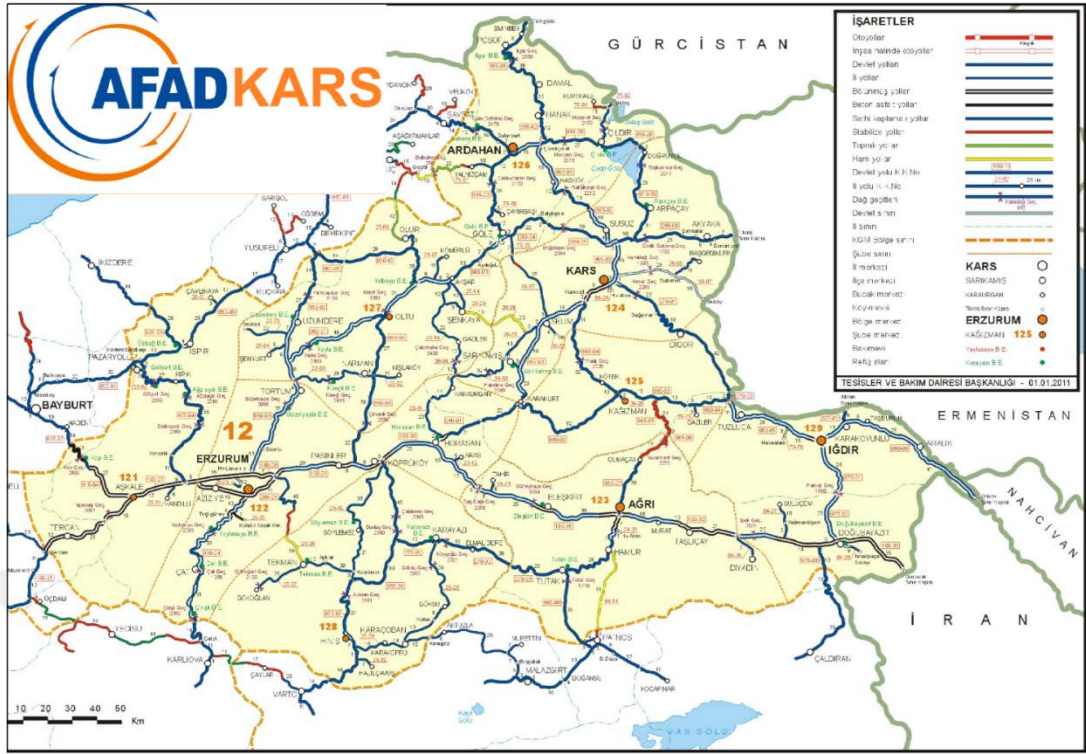
Kars İlının yüzölçümü 9442 km<sup>2</sup> dir. Kars ülke alanının %1,2'sini kaplamaktadır. Kars İlının deniz seviyesinden yüksekliği 1768 m' dir. Kars İli 40 derece ile 42 derece kuzey paralelleri, 42 derece ile 44 derece doğu meridyenleri arasındadır. Kars' ın, doğusunda Ermenistan, Gürcistan, güneyinde Ağrı ve Iğdır, batısında Erzurum, kuzeyinde ise Ardahan İlleri bulunmaktadır.



Şekil 1. Kars ili ülke ve bölge içindeki yeri (Kars AFAD).

Kars Ülkemizin en doğu kısmında yer alan ve enerji güzergâhlarının geçtiği bir ilimizdir.





Şekil 3. Kars ve diğer illerin karayolu bağlantısı (Kars AFAD).

### 1.3.3. Kars İlinin Özellikleri

Büyük bir plato özelliği gösteren İl Topraklarının %51'i platolarla, %19'u ovalarla, %30'luk kısmı ise dağlık ve tepelik alanlarla kaplıdır.

İl alanında, aşınmış yuvarlak tepelikler ve sönük biçimler yaygındır. Volkanlardan çıkan lav ve küllerin çevreye yayılması sonucunda geniş yaylalar ve ovalar durumunu almıştır. Dik yamaçlara ve çıplak kayalıklara sadece vadi içlerinde rastlanabilir.

Akarsu vadileri boyunca sıralanan ovaların arasında yer alan Kars Platoları, Kars'ın %51'ini oluşturmaktadır. Çok geniş ve dalgalı olan platoların bazı kesimlerinde küçük düzlükler ve çöküntü gölleri bulunur. Kars platolarının genel yükseltisi 1500-2000 m arasındadır. Kalın bir toprak tabakası ve volkanik tüflerle kaplıdır.

Kars İlinde irili ufaklı çok sayıda göl mevcuttur. Bunlar Çıldır Gölü (Bir kısmı Ardahan İl sınırları içinde yer alır), Aygır Gölü, Deniz (Çengilli) Gölü, Kuyucuk Gölü ve Turna Gölleridir. Bu doğal göllerin yanında tek yapay göl ise Arpaçay Baraj Gölüdür.



Kars İlinin yarısı 2000 metreyi aşan yüksekliktedir. İl Toprakları yüksek bir yayla durumundadır. 3000 metreyi geçen oldukça fazla yükseklik vardır. Kars dağları Kuzey Anadolu kıvrım sistemine bağlı dağlardan meydana gelir. Kuzey Anadolu kıvrım sistemine bağlı dağlar Sarıkamış yakınında ikiye ayrılır. Bir kol Çıldır Gölüne doğru uzanırken diğer kol ise, Aras Nehri ile Kars Çayı havzasını birbirinden ayırır. Başlıca dağları Allahuekber Dağları (3120 m), Kol Dağı (3033 m), Ziyaret Dağı (2838 m), Balıklı Dağı (2808 m), Süphan Dağı (2909 m) ve Soğanlı Dağı (2808m) dır.

#### **1.4. Kars İlinin Yerleşim Birimleri ve Arazi Kullanımı**

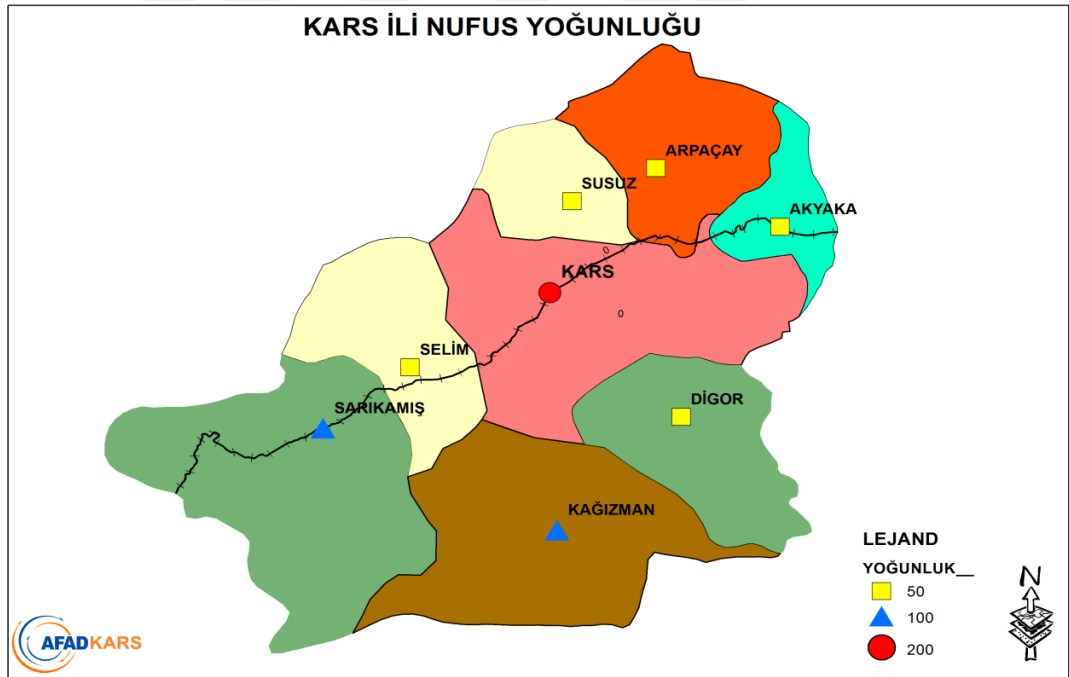
##### **1.4.1. Nüfus Yapısı**

31 Aralık 2018 tarihi itibarıyla Türkiye nüfusu 80.810.525, Kars nüfusu 287.654 kişidir. Nüfusun %51.97'sini (149.481) erkekler, % 48.03' ini (138.173) kadınlar oluşturmaktadır.

Son verilere göre ilçe nüfusları Tablo 2' de verilmiştir. Ayrıca İlçelere göre ortalama hane halkı büyüklükleri incelendiğinde Digor 4.76'lık değer ile İlde en yüksek ortalama hane halkı büyüklüğüne sahip ilçedir.

Tablo 2. Kars ilçeleri nüfus ve yüzölçümleri (TÜİK, 2018).

İlçeler	Nüfus(kişi)(2018)	Yüzölçümü (km <sup>2</sup> ) (2002)	
		Göl Dahil	Göl Hariç
Merkez	114.94	-	-
Akyaka	10.713	406.77	405.58
Arpaçay	17.316	1285.19	1277.87
Digor	22.664	1164.1	1164.1
Kağızman	45.040	1796.94	1796.94
Sarıkamış	43.286	1971.01	1971.01
Selim	23.409	1009.26	1009.26
Susuz	10.532	701.24	697.43



Şekil 4. Kars ili nüfus yoğunluğu (Kars AFAD).

### 1.4.2. Tarımsal Alan Kullanımları

Kars İlinde tarımsal alan kullanımı ve tarım arazisinin kullanım durumuna göre dağılımı aşağıda verilmiştir.

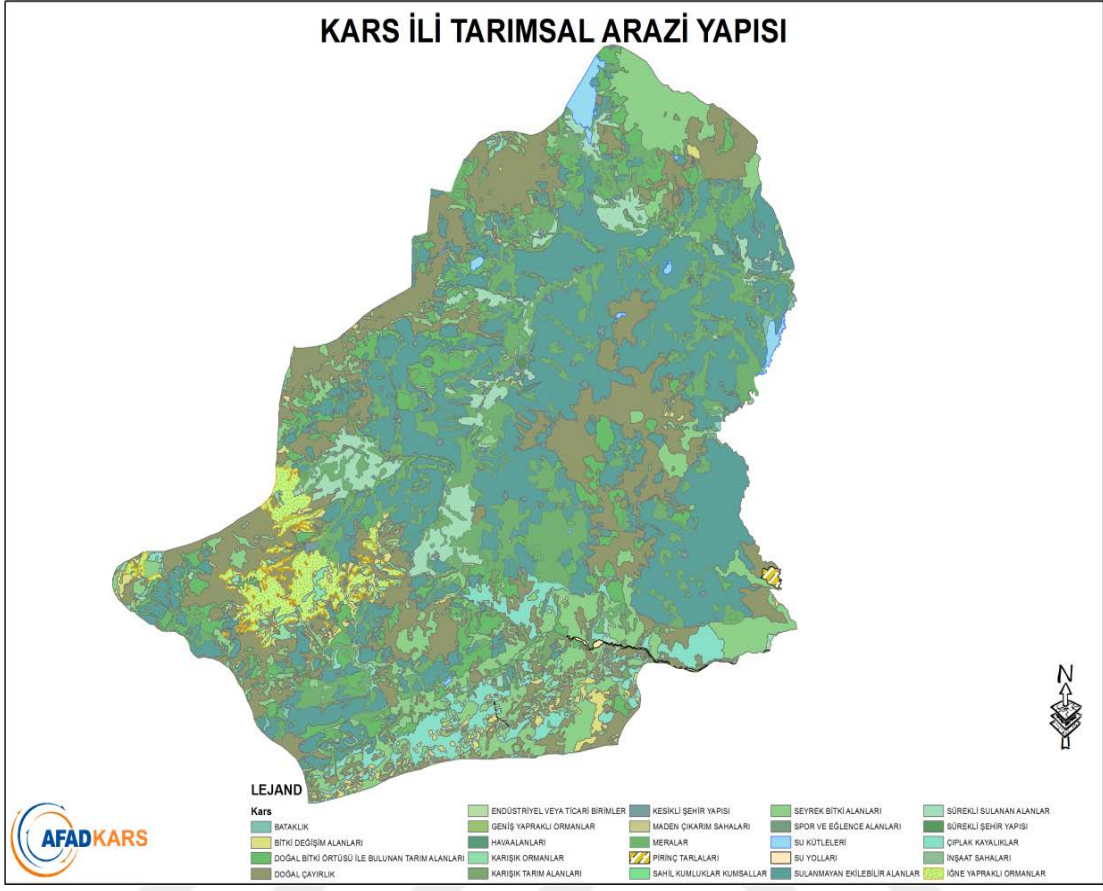
Tablo 3. Tarımsal alan kullanımı (Kars İl GTH Müdürlüğü).

ARAZİNİN CİNSİ	ALANI (HA)	PAYI (%)
Ekilebilir Tarım Alanı	375.225	35.2
Ormanlık Alan	35.999	3.4
Çayır-Mera	404.757	37.9
Tarım Dışı Arazi	251.230	23.5
<b>TOPLAM</b>	<b>1.067.211</b>	<b>100</b>

Kars İlinde genelde mera hayvancılığı yapılmaktadır. Platolar ile kaplı olmasından dolayı tarım ikinci plandadır.

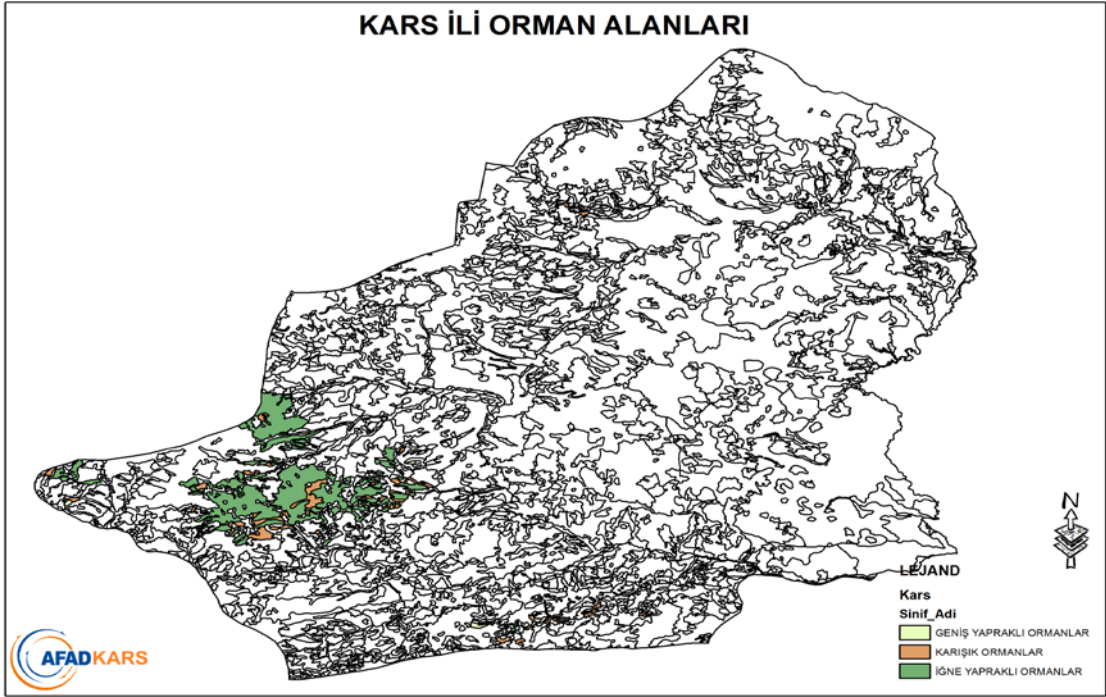
Tablo 4. Tarım arazisi kullanım durumuna göre dağılımı (Kars İl GTH Müdürlüğü).

TARIM ÇEŞİDİ	ALANI (Ha)	PAYI (%)
Tarla Bitkileri	112.886,52	30,1
Nadas	1.810,57	0,5
Endüstri Bitkileri	482.69	0,1
Yem Bitkileri	94.357,23	25,1
Bağ-Bahçe	1.542,41	0,4
Çayır otu	10.279,18	2.8
Tarıma elverişli olup kullanılmayan arazi	153.866,4	41
<b>TOPLAM</b>	<b>375.225</b>	<b>100</b>

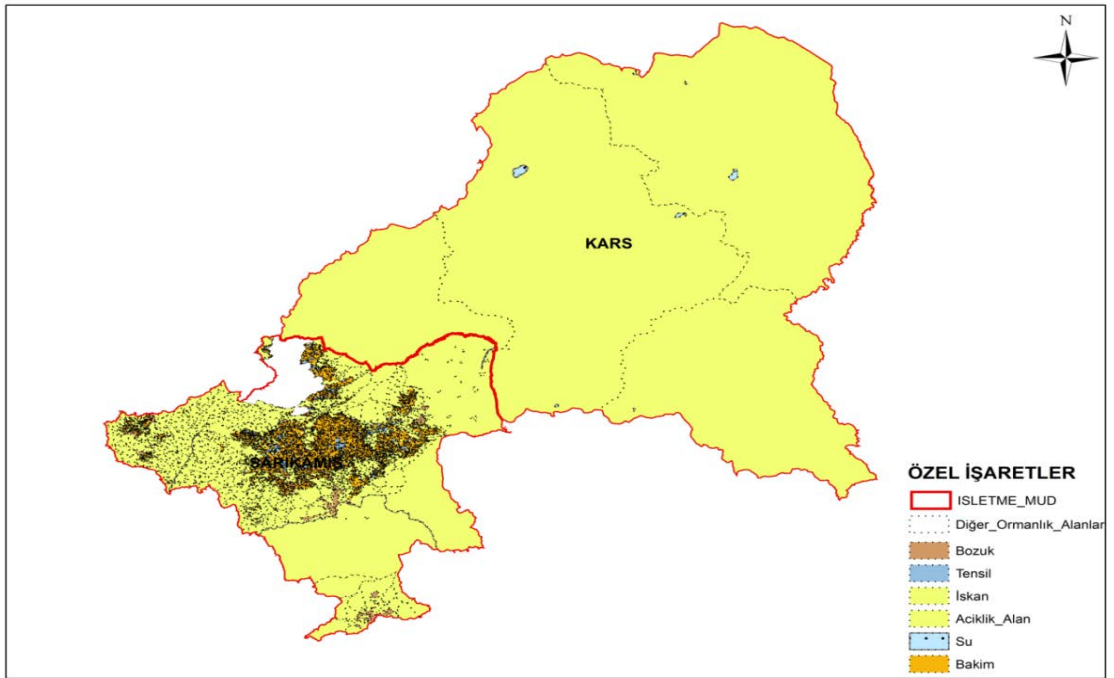


Şekil 5. Kars ili tarımsal arazi yapısı (Kars AFAD).

Kars İli bütününde ormanlık alanlar 38.562 ha orman dışı alanlar 793.759 ha yer kaplamaktadır. Ormanlık alanların orman dışı alanlara oranı %5'e %95'tir.



Şekil 6. Kars ili orman alanları (Kars AFAD).



Şekil 7. Kars ili orman alanları (Kars OİM).

Genel Alan : 832.321 Hektar

Ormanlık Alan : 38.562 Hektar

## 1.5. Kars İlinin Jeolojik Özellikleri

### 1.5.1. Genel Jeoloji

MTA tarafından yapılan çalışmalara göre Kars İli ve İlçelerinde yaşlıdan gence doğru aşağıda ayrıntılı açıklanan birimler gözlenmektedir. Kars ilinin genel jeoloji özellikleri verilmeye çalışılmıştır.

#### Kağızman Karmaşığı (Kka)

Ofiyolit ve sedimanter kökenli kaya türlerinin tektonik karışığı olan birim, Kırıl ve Çağlayan (1980) tarafından adlandırılmıştır. Koçyiğit (1985) tarafından Anadolu ofiyolitli karışığı, Yılmaz ve diğerleri (1986) tarafından ise Akören karmaşığı olarak tanımlanmıştır.

Birim, yaygın olarak gabro, diyabaz, dolerit, diyorit, harzburjit, serpantinit, split gibi ofiyolitik kayalardan oluşur. Bu kaya türleri genellikle birbirleri ile ya da diğer kayalarla tektonik ilişkilidir. Birim içinde yastık lav, pelajik kireçtaşı, yeşil şist fasiyesindeki metamorfit, mermer ve rekristalize kireçtaşı blokları yaygın olarak yer alır.

Kağızman karmaşığını oluşturan; Gabro-diyabaz (gd), Gabro (g), Diyabaz (d), Serpantinit (sp) birimleri ve kireçtaşı blokları (kçt), karmaşık içerisinde tektonik dilimler ve blok şeklinde izlenir. Karmaşık içerisinde ayırtılmamış Gabro-diyabaz (gd); yeşilimsi-beyaz renkli çoğu yerlerde altresyona uğramış, başlıca plajiyoklas, amfibol ve piroksen minerallerinden oluşmaktadır. Gabro (g), yeşil alacalı beyaz renkli, panidiyomorf taneli doku göstermektedirler. Diyabaz (d); çoğunlukla gabrolarla birlikte bulunurlar. Diyabazlarda aşırı alterasyon sonucu serişitleşme, kloritleşme, uralitleşme, killeşme, albitleşme oluşmuştur. Serpantinit (sp); yeşil, koyu yeşil ve siyahımsı yeşil renklerde, bol kırıklı ve makaslanmalı yapılı, yer yer lisvenitleşme, karbonatlaşma ve tremolit oluşumu gözlenir. Kireçtaşı blokları (kçt); gri, beyaz, boz renkli olup, masif ve bol kırıklı ve çatlaklıdır.

İnceleme alanında Kağızman karmaşığının taban ilişkisini izleme olanağı olmamıştır. Kağızman karmaşığı üzerine Kampaniyen-Maastrichtiyen yaşlı Morpet formasyonu açısal uyumsuz olarak gelmektedir. Bu ilksel konum Kazıkıran Dağı ve çevresinde yer yer korunmuştur.

Kağızman karmaşığı içerisinde yer alan kireçtaşı bloklarından derlenen örneklerde; *Globotruncana* spp., Globogerinidae, Rotaliidae, *Globigerina* sp., *Rotalipora* sp., *Globotruncana linneiana* (d'Orbigny), *Globotruncana cf. lapparenti tricarinata* (Quereau), *Globigerina cretacea* (d'Orbigny), *Gumbelincz globulosa* (Reuss), Miliolidae, Ostracoda fosilleri saptanmış olup Senomaniyen-Santoniyen yaşı verilmiştir (Rathur, 1965).

Kağızman karmaşığı üzerinde Kampaniyen-Maastrichtiyen yaşlı çökellerin açılal uyumsuz olarak yer alması nedeniyle, karmaşığın bölgeye yerleşim yaşı Kampaniyen-Maastrichtiyen öncesi olarak kabul edilmistir (Kıral ve Çağlayan, 1980; Yılmaz vd., 1986). Konak ve diğerleri (2001) ise Kağızman karmaşığında kapsayan ofiyolitik kayaları Erzurum-Kars Ofiyolit zonu kapsamında incelemişler ve bölgeye yerleşme yaşının Kampaniyen-Maastrichtiyen öncesi dönemde olduğunu düşünürler. Bu çalışmada Kağızman karmaşığının yerleşim yaşı Kampaniyen-Maastrichtiyen öncesi olarak kabul edilmiştir.

Kağızman karmaşığı okyanus kabuğu malzemeleri ile bazik volkanik kayalar ve çökel kayaların yapısal bir hareketi sonucu oluşmuştur. Kağızman karmaşığının büyük bir çoğunluğu bazik denizaltı volkanizmasının ürünüdür.

Kağızman karmaşığı, Türkecan ve diğerleri (1992)'nin Ofiyolitik karışığı ile deneştirebilir.

#### Bozkale Kireçtaşı (Kb)

Beyaz, bej, gri ve kirli sarı renkli, kısmen rekrystalize, kalsit damarlı, bol mikrofosilli, killi, kumlu yer yer dolomitik, çört yumrulu ve çört bantlı kireç taşlarından oluşan birim, Devciler ve diğerleri (1990) tarafından 'Kireçtaşı ve Çakıltası' adı altında incelenmiştir. Birim, çalışma alanında Kars İlinin batısında yer alan Bozkale Köyü yakınlarında geniş yüzeylenme gösterdiğinden, bu çalışmada Bozkale Kireçtaşı olarak adlandırılmıştır.

Bozkale Kireçtaşı, tabanda oldukça sert ve kalın tabakalıdır. Yer yer koyu renkli dolomitik düzeyler ile kumlu, marnlı ve algli seviyeler bulunur. Üste doğru kireçtaşlarının tabaka kalınlıkları azalarak, kum yüzdesi artar ve kalkarenit özelliği kazanır. En üst seviyelerde ise kalın tabakalı, çört yumruları ve bantları içeren kumlu kireçtaşına dönüşür. En üstte yer yer kristalize olmuş kısımlar ve erime boşlukları gözlenir.

Kars Çimento Fabrikası tarafından işletilen kireçtaşı ocağında, yaklaşık 300-400 metre görünür kalınlıktan söz edebiliriz.

İnceleme alanında birimin tabanı gözlenememektedir. Üzerine uyumsuzlukla Eosen yaşlı Dağdibi formasyonu gelir. Eosen ile dokanağında çört bantları kılavuz seviye olarak kabul edilir.

Bol fosilli olan Bozkale kireçtaşlarında makrofosil olarak; Lamellibrans fosilleri Mikrofauna olarak da; Globotruncana bulloides Vogler, Globotruncana lapparenti Brotzen, Globotruncana fornicata Plummer, Globotruncana sp., Rugoglobigerina sp., Textularia sp. fosilleri gözlenmiştir. (Turşucu ve Deveciler vd., 1990). Bu mikrofaunaya göre birimin yaşı Geç Senoniyen (Maastrichtiyen)' dir.

Bozkale kireçtaşları sığ deniz ortamında çökelmiştir. Göstermiş olduğu litolojik özelliklerden dolayı Erzurum-Kars Ofiyolit Zonu'nda yer alan birimlerden ayrı bir konumda olduğu düşünülmektedir.

#### Kötek Formasyonu (Tekt)

Çakıltaşı, kumtaşı, marn ardalanmasından oluşan birim, Havur (1968) ve Karaman deresi (1970) tarafından Kötek formasyonu olarak tanımlanmıştır. Yurdağül (1971) Pernavut formasyonu, Keskin (1967) ve Eşder (1967-1968) tarafından Güngörmez formasyonu, Kırıl ve Çağlayan (1980) tarafından Duranlar grubu kapsamında Eosen kayaları olarak tanımlanmıştır.

Birim, tabanda boz yeşil, iyi yuvarlanmış kireçtaşı ve ofiyolit çakıllı, sıkı kalker çimentolu, orta ve kalın tabakalı çakıltaşları ile başlar, ince-orta kalın tabakalı, kirli beyaz, kirli sarı, gri, krem, bej, yeşilimsi, yer yer kırmızı kumtaşı, çakıltaşı, marn, şeyl ardalanmasıyla devam eder. Birimin üst düzeylerinde masif kireçtaşı, killi, kumlu kireçtaşı ile çakıltaşı, kumtaşı, marn ardalanması bulunur.

Birim, çalışma alanında genel olarak Kağızman karmaşığı ve Morpet formasyonu üzerinde açısız uyumsuzlukla yer alır. Üzerinde ise Miyosen yaşlı çökeller açısız uyumsuz olarak yer alır.

Birimden alınan örneklerde; *Globigerina* sp., *Cibicides* sp., *Valvulina* cf. *churan* (Cushman ye Stone), *Amphistegina*, *Textularidae*, *Discocyclina*, *Globigerinidae*, *Nummulites* sp. fosilleri saptanmıştır. Bu fosillere göre birimin yaşı İpresiyen-Lütesiyen' dir (Havur, 1968; Yurdağül, 1971; Kırıl ve Çağlayan, 1980). Birim, yamaç-havza ortamında çökelmiştir.



## Dağdibi Formasyonu (Ted)

Tabandagri, yeşil çakıltaşları ve bunların üzerinde yer alan gri, yeşilimsi sarı renkli, bol fosilli kumtaşlarından oluşan türbiditik karakterli birim, ilk Bozkuş (1990) tarafından Dağdibi formasyonu olarak adlandırılmış, Konak ve diğerleri (2001) tarafından da aynı ad kullanılmıştır. Birim, Deveciler ve diğerleri (1990) tarafından 'Marn ve Fliş' adı altında incelenmiştir. Bu çalışmada Dağdibi formasyonu adı kullanılmıştır.

Birim, inceleme alanında Hapanlı Köyü kuzeyindeki Buzağıl Tepe'nin dere kenarındaki yamacında, Allahuekber Dağları, Başköy yayla batısında, Kızıllar mevkiinde ve Bozkale köyü güneybatısında yüzeyleir.

Hapanlı köyü kuzeyindeki yüzeylemede birim; konglomera, kumtaşı, kıltaşı arılanması şeklindedir. Çakıltaşları; boz, yeşil renkli, iyi yuvarlanmış, kireçtaşı ve ofiyolit çakıllı, kalker çimentolu ve kalın tabakalıdır. Üzerinde bol fosilli kumtaşları yer alır. Kıltaşı; yeşilimsi renkte, ince tabakalı olup, ara tabakalar halindedir. Bozkale köyünde ise birim; krem-kirli sarı renkli, köşeli ve fosilli kireçtaşı, çakıllı çakıltaşları ile başlar, gri, yeşil, sarımsı renkli, bol fosilli, kum, çört ve ofiyolit kırıntıları içeren kalker çimentolu kumtaşları ile devam eder. Üstte doğru ince-orta katmanlı kumtaşı-marn arılanımına geçer. En üstte ise kıltaşı-silttaşı-tüf-marn arılanımına dönüşür. Kumtaşları; bol fosilli ve kalkarenit şeklindedir. Kıltaşı; oldukça sert ve ince tabakalıdır. Marnlar ise; yeşilimsi mavi renklerde; ince tabakalı ve laminalıdır.

Bozkale köyünde birimin toplam kalınlığı 150-200 metre arasında değişmektedir. Dağdibi formasyonu; Bozkale köyü batısında Geç Kretase yaşlı Bozkale kireçtaşları üzerine uyumsuzlukla gelir. Güdeli volkanitlerinin Söğütlü bazalt üyesi, Bozkale ve Hapanlı köyünde, birimi açısız uyumsuzlukla örter. Birim, Allahuekber dağları, Başköy yayla, Kızıllar mevkiinde Gedikler ultramafiti üzerinde açısız uyumsuzlukla yer alır. Üzeri, Mescitli formasyonu ve Erdavut volkaniti tarafından uyumsuzlukla örtülür.

Birimdeki kumtaşlarının tane boyu, ince tabakalanması ve içerdiği fauna, birimin yüksek enerji etkisinden uzakta, sakin ve sığ deniz koşullarında çökeldiğini gösterir.

### Akdere Formasyonu (Tma)

Alacalı renklerde çakıllar içeren çakıltaşı, kumtaşı, kiltası, çamurtaşı, arduanmasından oluşan birim, Deveciler ve diğerleri(1990) tarafından Akdere formasyonu olarak adlandırılmıştır. Birim, ilk kez Rathur(1965) tarafından Horosan formasyonu olarak adlandırılmış ve Aktimur ve diğerleri (1991) tarafından da aynı ad kullanılmıştır. Konak ve diğerleri (2001) tarafından Oltu formasyonu olarak adlandırılmıştır.

İnceleme alanında tipik olarak Akdere ve Alçılı köyleri arasında yüzeyletir. Çığırgan, Yaylacık, Kaynarlı köyleri yakınlarında sarı, yeşil, kahve renkli, muntazam katmanlı kumtaşı-çamurtaşı arduanması ve piroklastik ara katmanlar gözlenir. Alçılı köyü yakınlarında birim, orta kalın katmanlı kumtaşı-kiltası-çamurtaşı-jips arduanması şeklindeyir. Alçı taşı ocağı olarak da işletilmif olan jipsli seviyeler Deveciler ve diğerleri (1990) tarafından Alçılı jips üyesi olarak ayırtlanmıştır. Aktimur ve diğerleri (1991) tarafından yapılan çalışmada da tip kesit yeri olarak yine Alçılı köyü verilmiştir.

İstif, çakıltaşları ile başlar. Çakıltaşları; gri, yeşil, sarı, kahve, kırmızı renklerde, iyi yuvarlaklaşmış volkanik (ojit fenokristali) ofiyolit ve fosilli geç Kretase, Lütesiyen yaşlı kiteçtaşı çakıllarından oluşmuştur. Çakıltaşı; kötü boylanmalı, kalın ve düzgün katmanlıdır. Katmanlar 15-35 derece arasında eğim kazanmışlardır. Üstte doğru istif, kırmızı renkli kumtaş çamurtaşı-alçıtayı-tüf-tüfit-aglomera arduanmasına geçer. Kumtaşları; gri yeşilimsi renklerde, volkanik, ofiyolit ve kireçtaşı tanecikleri, yer yer de çakıllardan oluşur. Tanecikler kötü boylanmalı olup, sıkı tutturulmamıştır. İnce ve orta katmanlıdır. Çakıltaşı ile kumtaşı katmanları arasında yeşil, yer yer kırmızı renkli, laminalı silttaşı seviyeleri yer alır. Yer yer jipsli seviyeler gözlenir. Aglomeralar, andezitik-bazaltik çakıllardan oluşur. Geniş bir alanda yayılım gösteren birim, yaklaşık 500 metre kalınlığındadır. İnceleme alanında Akdere formasyonu, Güdeli volkanitleri üzerinde uyumsuzlukla yer alır. Üzerine, Mescitli formasyonu ve Aynalı volkaniti gelir.

Aktimur ve diğerleri (1991) tarafından yapılan çalışmada, Akdere formasyonunun eşdeğeri olan Horosan formasyonunda Üst Miyoseni karakterize den mikro memeli Pseudomeriones sp.fosili bulunmuştur. Konak ve diğerleri (2001) tarafından yapılan çalışmada Güdeli volkanitlerinin eşdeğeri olan Norman volkanitleri ile yanal girik durumda olan Oltu formasyonunun yaşı Geç Oligoseni Erken Miyosen olarak önerilmifdir. Deveciler ve diğerleri (1900) tarafından Akdere formasyonunun yaşı, Pliyosen (Kimmeriyen) kabul edilmiştir. Birçok araştırmacı tarafından tanımlanan Horosan formasyonunun yaşı Geç

Miyosen-Erken Pliyosen ile Geç Pliyosen-Pleyistosen arasında kabul edilmektedir. Akdere formasyonu içerisindeki çakıltaşlarında, Lütésiyen ve iri ojít kristalli bazalt çakıllarının bulunması ve yapılan tüm bu çalışmaların ışığında birimin yaşı, bu çalışmada Geç Miyosen olarak benimsenmiştir.

Karasal fasiyeste gelişen ve birbirleri ile bağlantısı olmayan gölşel havzalarda çökelen birimde aglomera, tüf, tüfit ve volkano-sedimanter ara katmanlar bulunması, çökeltme sırasında volkanik etkinliğin sürdüğünü göstermektedir.

#### Boyalı Andeziti (Tplb)

Bazaltik andezitlerden oluşan birim, İmík ve diğeri (1998) tarafından Boyalı andezitleri olarak adlandırılmıştır. Arbas ve diğeri (1991) Süphan volkanitleri içinde, Devciler ve diğeri (1990) ise Geç Pliyosen yaşı Aynalı bazaltı olarak birimi haritalamışlardır. Birim adını Boyalı köyünden almaktadır.

Birim, siyah renkli, akma yapılı, yer yer gaz boşluklu bazaltik andezitler ile son faz ürünü olan siyah, sert, konkoidal kırılan bazaltik andezitlerden oluşur.

Birim, taze rengi siyah, bozunma rengi kahve veya kiremit kırmızısı, akma yapılı bol gaz boşluklu ve bu gözenekler çoğunlukla kalsit dolguludur. İnce kristalli, sert, sağlam ve yer yer soğuma çatlaklı birimden alınan petrografik örnekler çoğunlukla bazaltik andezittir. Bazaltik andezitler; porfirik dokulu veya mikrolitik-porfirik dokulu bazen de piroksen kristallidir. Hamur küçük plajiyoklaz mikrolitleri, mikrokristalin piroksenlerden oluşur. Piroksenler yer yer opaklaşmıştır. Boyalı andeziti, Mescitli formasyonu üzerine akmış olarak bulunur.

Birimin Mescitli formasyonu üzerine akması ve stratigrafik konumuna göre Erken Pliyosen yaşı verilmiştir (İmík vd., 1998).

#### Akyaka Bazaltı (Tplak)

Koyu siyah renkli, düzgün sütunsal eklemli olan birim, yoğun mafik mineralli, holokristalin, bol piroksen çok az olivin, yer yer karbonatlaşma görülen 'Ojít Bazalt' ile çok iri plajiyoklas, çok bol ve iri olivin, az ojít fenokristalli, olivinleri iddingsitlemiş, plajiyoklasları labrador türde "olivin bazalt" tan ibaret birbirini izleyen iki akıntıdan oluşmuştur. Birbirini izleyen iki akıntıdan oluşan Akyaka bazaltı, alttaki akıntı 30 m, üstteki

akıntı 50 m olmak üzere yaklaşık 80 m kalınlığına sahiptir. Alt Pliyosen yaşlı olan birim, Kalkankale formasyonu ile geçişli olup Dumanlı dağ Piroklastikleri tarafından örtülmektedir.

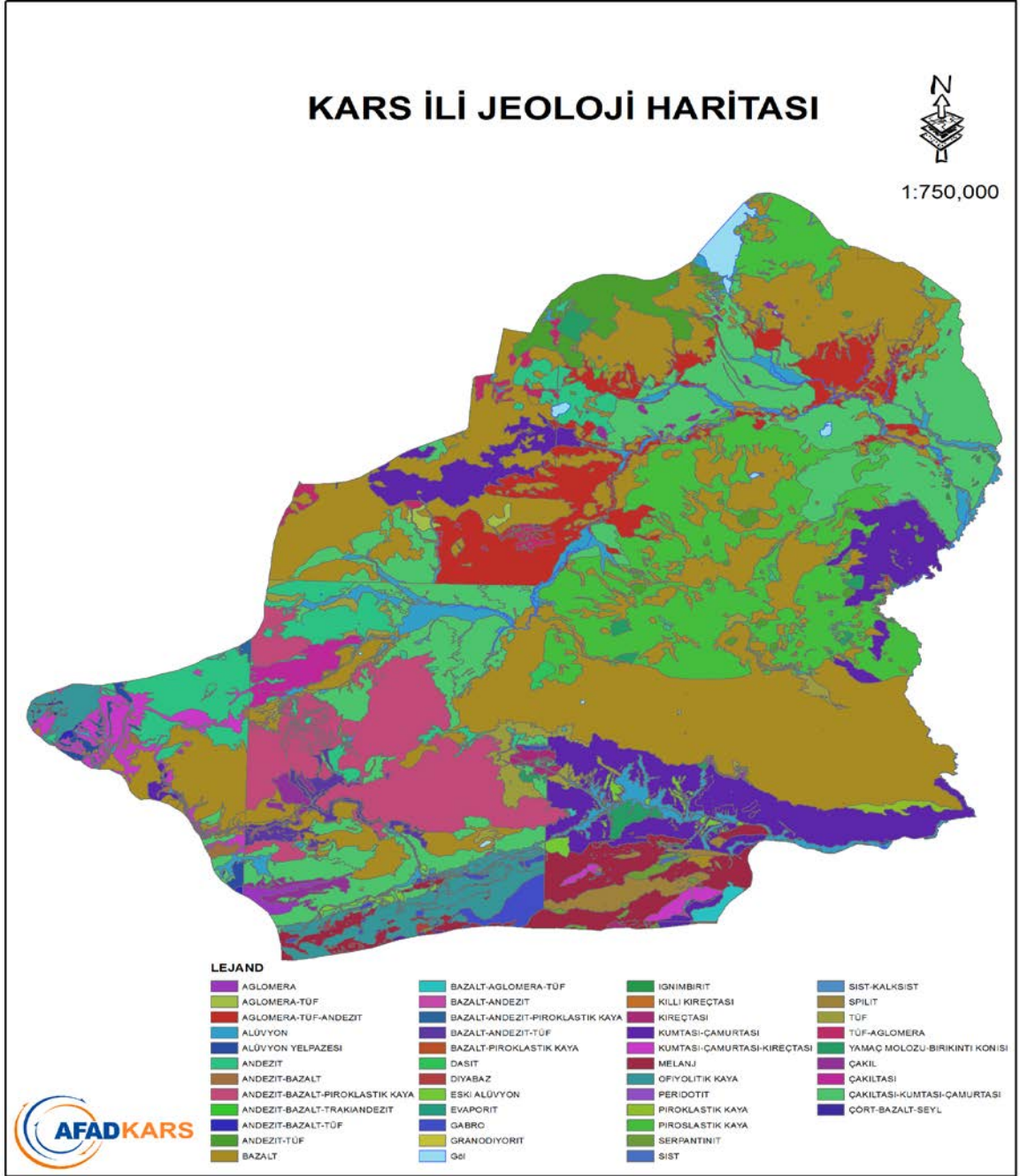
#### Ağdeve Dasiti (Tplağ)

Dasitler den oluşan birim ilk kez İmik ve diğerleri (1998) tarafından tanımlanmıştır. İnceleme alanında Ağdeve köyü batısında Ziyaret Tepe dolaylarında gözlenen birim, sarımsı-gri, kahve renkte soğuma çatlaklı, iri ve bol kristalli kuvars andezit veya dasitlerden oluşmaktadır. Kayacın yaklaşık %80'nini oluşturan kristallerin %40-50' sini kuvars, %10-%15' ni feldispat ve %15-20' sini biyotitler oluşturmaktadır. Kristaller, hamur içerisinde rastgele dizilmişlerdir. Yer yer de kayacın kristaller gözlenmez ve tamamen hamurdan oluşmuştur.

Kayaç çatlakları boyunca sarı renkli altresyona gösterirler. Petrografik tanımlanmasında kayaç porfirik dokulu olup fenokristalleri plajiyoklas ve kuvarstan oluştuğu, hamurun ise plajiyoklas ve kuvars mikrolitleri ile granüle opak minerallerinden oluştuğu gözlenmiştir.

Ağdeve dasitinin alt ilişkisi gözlenmemiştir. Üzerine ise Melikler bazaltı akmıştır (İmik vd., 1998).

Erken Pliyosen yaşlı Melikler bazaltının birimin üzerine akmasından dolayı yaşı stratigrafik konumu gereği Geç Pliyosen olarak alınmıştır.



Şekil 8. Kars ili jeoloji haritası (Kars AFAD, MTA).

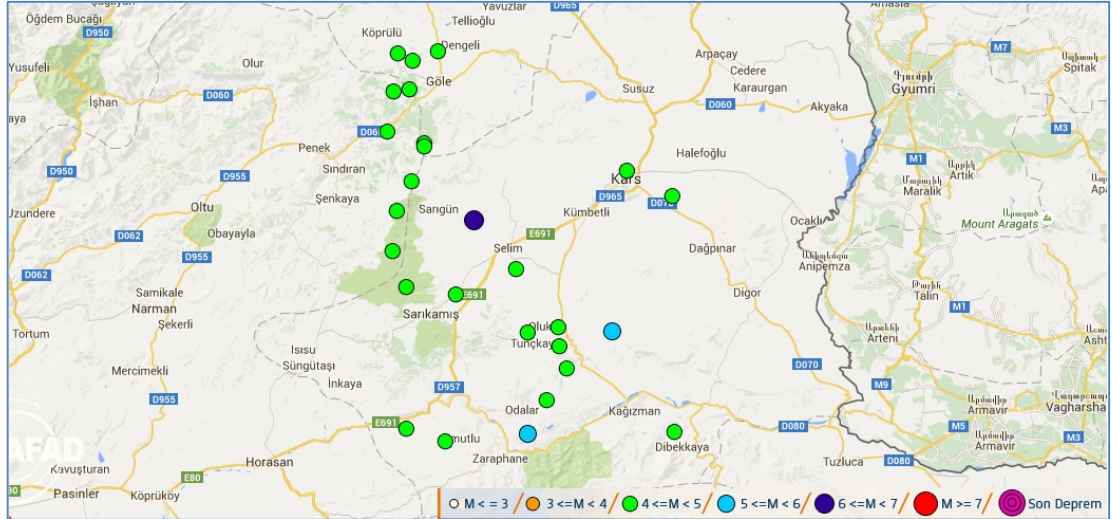
### 1.5.2. Yapısal Jeoloji

Kars İli genelinde yapısal jeolojiden bahsetmek gerekirse, araştırmalar sonucunda, genellikle orta miyosende Arabistan plakası ile Avrasya plakasının çarpışması, Türkiye neotektoniğinin başlangıcı olarak kabul edilmektedir (Şengör, 1980; Şengör ve Yılmaz, 1983; Şaroğlu, 1983; Şengör vd., 1985; Şaroğlu vd.,1987). Çalışma alanında neotektonik dönemde oluşmuş, oldukça genç yaşta (Üst Miyosen-Kuvaterner) kaya toplulukları bulunmaktadır. Yöredeki volkanik kayalar dört volkanizma evresine ayırılarak incelenmiş olmasına karşı, Üst Miyosen-Üst Pliyosen ve Alt Kuvaterner-Günümüz olmak üzere iki yapısal evre görülmektedir.

Üst Miyosen-Üst Pliyosen zaman aralığında Horasan formasyonu ve Kalkankale formasyonu çökelmiş. Kura volkanitleri, Akyaka bazaltı ve Dumanlıdağ piroklastikleri oluşmuştur. Pliyosen sonlarına doğru bölgedeki yükselmenin ve sıkışmanın etkisiyle Kalkankale formasyonu su yüzeyine çıkmış; sol yanal doğrultulu atımlı kura fayı, İncili pınar fayı, Erdağı - Taşpınar fayı, Susuz - Melik fayı ile sağ yanal doğrultulu atımlı Çayırılık fayı, Binbaşak - Akyaka fayı, Ölçülü-Digor fayı meydana gelmiştir. Bu doğrultulu atımlı fayların kontrolünde Susuz, Arpaçay ve Akyaka dolaylarındaki düzlükler ile Aygır gölü oluşmuş. Kısırdağ, Gökdağ, Akbaba dağı, Dumanlıdağ, Tahran dağı gibi yükseltiler meydana gelerek hızlı bir aşınım dönemi başlamıştır. Ve nihayet aşınan malzemenin mevcut çukurlarda birikmesiyle yol boyu çakıl ve kumu oluşmuştur. Sonuçta topografya, günümüz topografyasına yaklaşmıştır.







Şekil 10. Kars ili ve yakın çevresinde meydana gelen depremlere ait odak görüntüleri,  $4 \leq M < 10$  (deprem.gov.tr).

Deprem verilerine göre, Kars ve yakın çevresinin belli oranlarda deprem riski taşıdığı ve bu riskin Kars yakınlarından geçen Ermenistan, Çobandede, Balık gölü, Kağızman ve Iğdır gibi aktif fay hareketlerine bağlı olduğu, ayrıca bu fayların konumlarına ve Kuzey Anadolu Fayı (KAF), Doğu Anadolu Fayı (DAF) gibi büyük faylara olan uzaklığına göre Kars'ın 2. derece deprem bölgesinde yer aldığı belirtilmiştir. Ancak son yüzyıl içerisinde aletsel deprem kayıtlarına göre Kars merkezinden geçen sismik olarak aktif bir fayın olmadığı bilinmektedir.

Çalışma alanına yakın ve etkileyebilecek diri faylar hakkında genel bilgiler verilmiştir. Çalışma alanını etkilemesi beklenen önemli aktif faylar; Kağızman Fay Zonu, Iğdır fay Zonu ve Balık Gölü Fay Zonu' dur.

### Faylar

İnceleme alanındaki iki önemli fay, Karaçoban köyünün kuzeyinden geçen Karaçoban fayı ile Yücelen köyünün güneyinden geçen Yücelen fayıdır. Yaklaşık 10 km uzunluğunda, doğu-batı doğrultulu olan bu faylar, alçalan bloğu kuzeyde yer alan, Miyosen yaşlı Güdeli volkaniti Prolakstik üyesi ile Söğütlü bazaltı dokunağındaki düşey faylardır (G49-c2,c3). Bir başka önemli fay, Alçılı köyünden (G49-c2) geçen Çarbaşdere fayıdır. Akdere formasyonu içerisinde yer alan bu fay Çarbaşdere boyunca doğu-batı doğrultulu olup, eğim atımlı normal faydır. Bu fayı kesen ve Kayadibi köyünden geçen ve Taşlı Dere boyunca, kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu uzanan fay, diğer önemli faydır (G49-c2).



İnceleme alanının güneyinde ve doğusunda, temeli oluşturan kayaların kontağında yer alan önemli faylar gözlenir. Bunlardan Göle ilçesi güneyindeki Gedik köyünde (G49-d2), bölgenin kuzeydoğu-güneybatı gidişli tektonik hattına uyumlu, Bakır Dere boyunca uzanan düşey fay, ofiyolitik kayaların yüzeylenmesine neden olmuştur. Göle ilçesi doğusundaki Esenyayla (Karatavuk) köyü batısında (G49-c4), Çullu Dere boyunca kuzey-güney doğrultulu uzanan düşey fay, Geç Kretase yaşlı Bozkale kireçtaşlarını etkilemiştir. Bozkale köyü içerisinden geçen ve doğuda Çorak yaylaya kadar uzanan düşey fay Eosen çökellerinin yüzeylenmesine neden olmuştur.

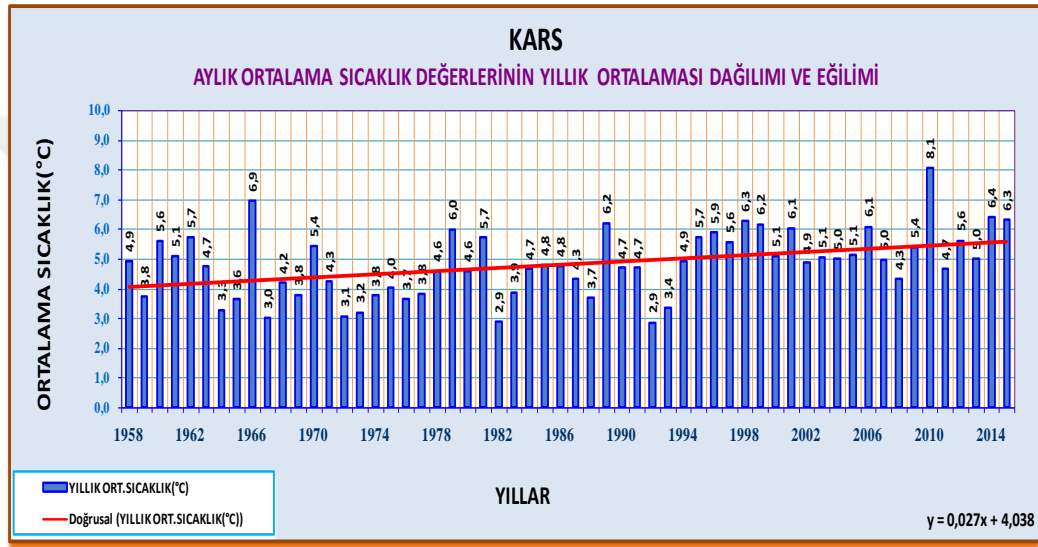
İnceleme alanında volkanik kayalarda gözlenen önemli faylardan biri, Lehimli köyünde (G49-b2) geçen yaklaşık 7 km uzanımlı, doğu-batı doğrultulu, alçalan bloğu güneyde yer alan düşey faydır. Kısırdağı volkanitinin piroklastiklerini etkilemiştir. Diğerine ise, Beşiktaş ve Çalabaş köyleri (G49-b2) arasında uzanan doğrultu atımlı fay olup, Kısırdağı volkanit piroklastikleri ile Mescitli formasyonunun sınırını oluşturur. Bölgede yer alan akma yapıları lavların duvarlarında çok sayıda yanıl atımlı fayların izleri gözlenir. Bunlardan başka, haritada yer alan, fakat burada sözü edilmeyen çok sayıda fay da mevcuttur. Çalışma bölgemize yakın olan fayların durumu bu şekilde anlatılmaya çalışılmıştır.

### **1.5.3. İklimsel Özellikler**

Kars Doğu Anadolu bölgesinin en soğuk bölgesinde yer alır. Yöre genel olarak karasal iklimin etkisi altındadır. Gerek yaz ve kış ayları, gerekse gece ve gündüz arasında açık farklar vardır. Kars'ın kışları uzun ve sert, yazları ılıman ve hatta serince geçen bir iklimi vardır. Yörede kış mevsiminde yağışın büyük çoğunluğunu kar oluşturmaktadır. Burası Türkiye'de soğukların en bariz olduğu ve uzun sürdüğü yerlerdendir. Bu durumun temel nedenleri; yüksek dağ sıralarıyla denizlerin ılımanlaştırıcı etkisinden ayrılması, yüksekliğin fazla olması, kış mevsiminde Büyük Asya Kara Kütlesi üzerinde yerleşen soğuk ve ağır hava kütesinin (Sibiryaya Yüksek basınç merkezi) buraya kadar sokulmasıdır.

## Sıcaklık

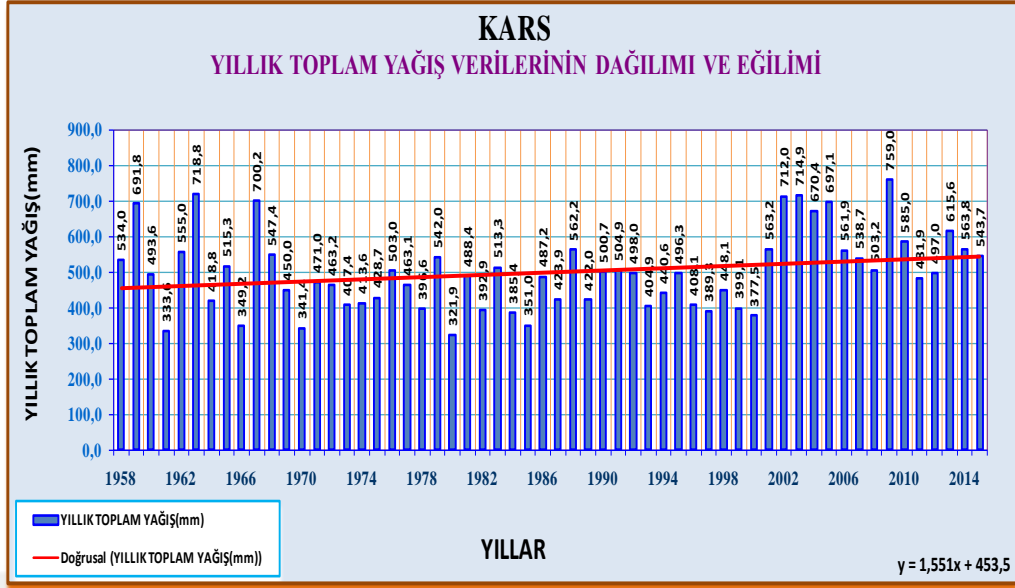
Kars'ta yıllık ortalamalara göre en sıcak geçen aylar; Temmuz (22,5) ve Ağustos (26,2) en soğuk geçen aylar ise Ocak (-16,0) ve Şubat (-14,7) aylarıdır. En yüksek sıcaklık ortalaması yıllık 17,6 °C, en düşük sıcaklık ortalaması ise -10,3 °C' dir. Yıllık en yüksek sıcaklık 35,4 °C, en sıcak gün 30.07.2000' dir. Yıllık en düşük sıcaklık -36,7 °C, en düşük sıcaklık günü 27.01.1950' dir.



Şekil 11. Ortalama sıcaklık parametresi istatistiksel analizi: 1958 -2015 (MGM).

## Yağış

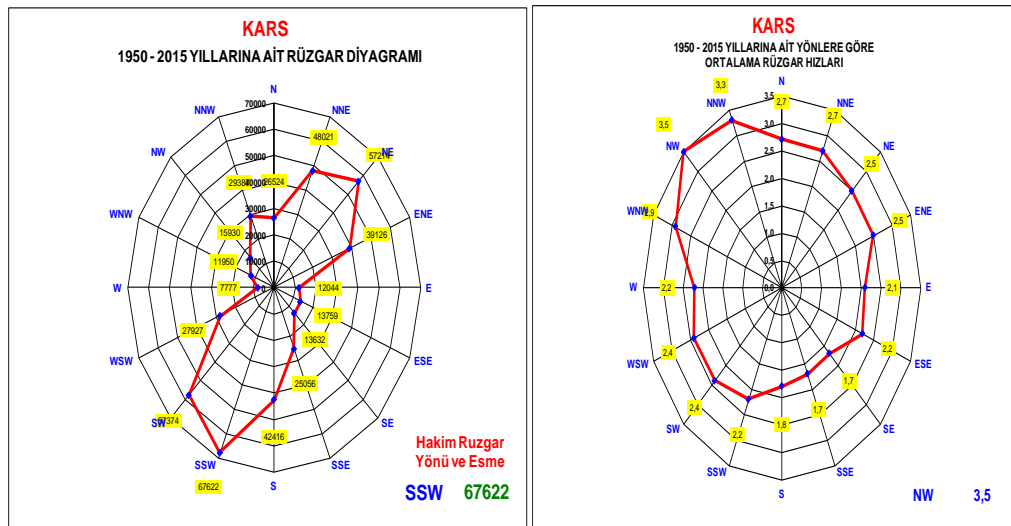
Kars'ta egemen olan yüksek basınç alanı İlin fazla yağış almasına engel olur. Kars'ta kış aylarının oldukça düşük sıcaklıkta geçmesine karşın Kars'ın bu dönemde az yağış alması bu nedene dayanmaktadır. Bu arada bölge alanının bozuk yapısı ilin aldığı yağışları da etkiler. Zira İlde görülen yağışlar hava kütlelerinin yer kabartılarına ve daha çok dağlara çarparak yükselmesi sonucunda oluşan yağışlardır. Çok kısa süren İlkbahar ve yaz aylarında ise oraj (sele yol açan yağış hareketi) ile birlikte konvektif yağışlar da oluşmaktadır. Kars'ta hemen hemen kurak mevsim yoktur. Yıllık ortalama yağışlı gün sayısı 134 gün civarındadır. Yıllık ortalama yağış 499,3 mm civarındadır.



Şekil 12. Toplam yağış parametresi istatistiksel analizi:1958 -2015 (MGM).

### Rüzgâr

Kars'ta egemen rüzgâr yönü SSW (kible lodos)' dir. En kuvvetli rüzgâr 08.04.2011 günü batıdan hızı 43 m/sn ortalama rüzgâr hızı ise 2,425 m/sn' dir.



Şekil 13. Rüzgâr yön, esme sayıları ve yöne göre ort. hız grafiği (MGM).

## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Kars İli ve çevresi için daha önce yapılmış kapsamlı Çığ Düşmesi, Heyelan, Kaya Düşmesi Duyarlılık Analiz Haritası çalışması bulunmamaktadır. Duyarlılık Analiz Haritalarının yapılması, Bütünleşik Afet Risk Haritalarının ilk basamağı ve tamamlanmasını sağlayan analiz çalışmasıdır. Bir diğer deyişle Bütünleşik Afet Risk Haritalarını oluşturan temel etkidir. Bu amaçla saha çalışmasına başlamadan önce arşiv araştırması yapılarak Çığ Düşmesi, Heyelan ve Kaya Düşmesi ile alakalı alanların tespit edilmesi sağlandı. Daha sonra belirlenen bu 10 alan (envanter) Çığ Düşmesi 3, Heyelan 4 ve Kaya Düşmesi için 3 envanter verisi olarak belirlendikten sonra, saha çalışması yapılarak bu envanter verilerinin CORS-TR yöntemi ve ITRF96 sisteminde ölçümlerinin yapılması sağlandı. Bu şekilde elimizde gerçek olan verilerin bulunması sağlandı. Yapılan bu işlemlerden sonra Bütünleşik Afet Risk Haritalarının yapımına başlandı ve Duyarlılık Analiz Haritaları ile bu işlemler Çığ Düşmesi, Heyelan ve Kaya Düşmesi olarak analizleri yapılarak CBS ortamında üretimi tamamlandı. Tamamlanma işlemlerinde ana amacımız Duyarlılık Analiz Haritalarının Çığ Düşmesi, Heyelan ve Kaya Düşmesi için ayrı ayrı yapılırken hangi aşamalarında ne tür bir envanter girişinin sağlandığı ve bu aşamanın kullandığı ortamların incelenmesi esas alındı. Çalışmada SYM haritasının oluşmasının temel altlığı olan 1/25000' lik paftaların sayısal ve sayısal olmayanları incelendi. Çünkü Duyarlılık Analiz Haritalarının üretilen parametre haritalarının altlığını SYM oluşturmasından dolayı incelemeler yapılarak sayısallaştırmanın doğru olup olmadığı ve sayısal ve sayısal olmayan paftaların doğru dönüştürülüp dönüştürülmediği irdelendi. Bundan sonraki aşamada Çığ Düşmesi için yapılan analizden sonra Google Earth ortamına aktarılıp düzeltme işlemlerinde envanterlerin incelenmesi, Heyelan için MTA verilerinin ve arazide olabilecek Heyelan olayının incelenmesi aşaması ele alındı. Aynı şekilde Kaya Düşmesi içinde envanter verilerinin kullanım aşamaları incelendi. Buradaki yapılan çalışma 1/25000' lik paftaların ve yapılan Duyarlılık Analiz Haritalarının yapım aşamasında envanter verilerinin kullanım tarzı ve referans alınan Google Earth altlığının araştırılmasıdır. Saha ölçümleri ile CBS ortamında yapılan bu çalışmaların karşılaştırılması ana hedef olarak belirlenmiştir. Koordinatların saha ölçümleri ile desteklenmesi bir ölçme tekniği işleminin Google Earth ortamından alınan envanter verilerinin doğruluğunu sınamaya olanak sağlamıştır.

## 2.1. Arşiv Çalışmaları

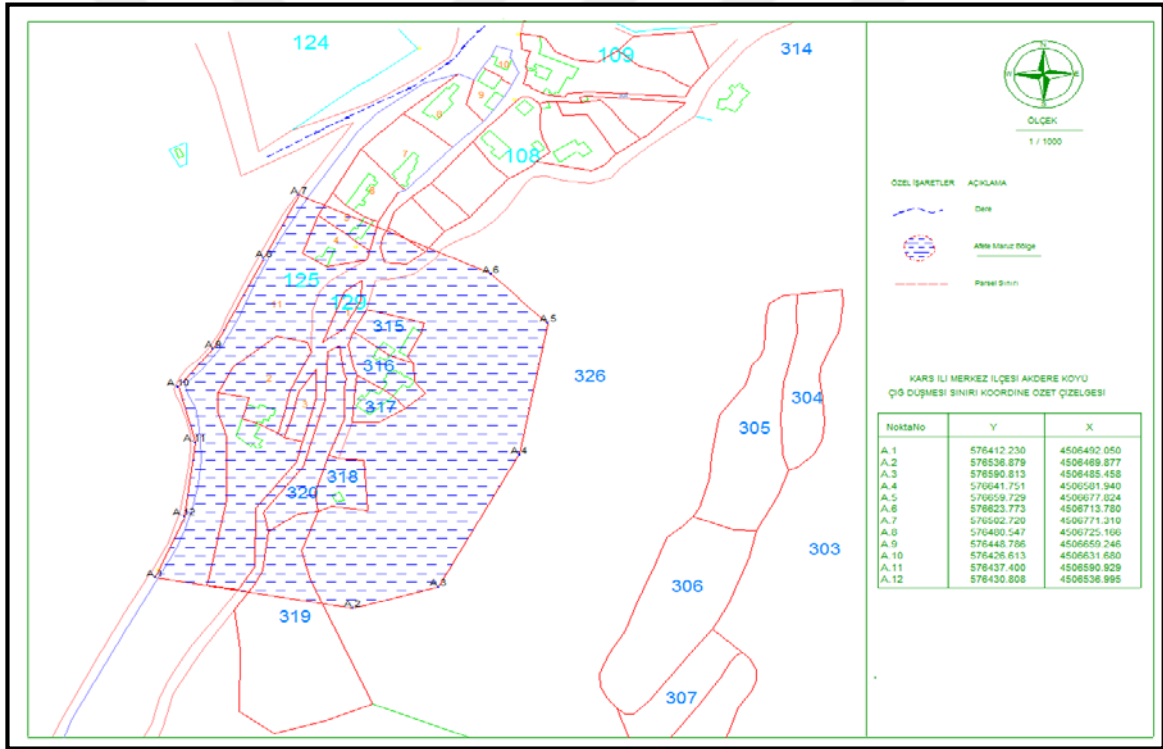
Kars il sınırları içerisinde Çığ Düşmesi, Heyelan, Kaya Düşmesi envanter çalışmalarında Kars İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü'nün arşiv kayıtlarının incelenmesi, potansiyel kaynak alanların belirlenmesi ve uzaktan algılama çalışmaları sonucunda sayısal envanter bilgilerin oluşturulması işlemleri gerçekleştirilmiştir. Arşiv çalışmaları iki yönlü olarak sayısal ve basılı ortamda derlenmiştir. Belirlenen alanlar arazide ölçülmesi için hazırlanmıştır. Arazi ortamında ölçümlerin daha sağlıklı olabilmesi için arşivden elde edilen bilgiler doğrultusunda ölçümlerin daha doğru ve afetin türüne göre oluşabilecek alanlarda seçilmesi sağlanmıştır. Bu şekilde yapılacak çalışmanın daha iyi sonuçlar vermesi hedeflenmiştir. Duyarlılık Analiz Haritalarının saha çalışmaları ile test edilmesinde doğruya biraz daha yaklaşması amacıyla seçilen yerler arşiv kayıtlarında gerçekten Çığ Düşmesi, Heyelan ve Kaya Düşmesi afetlerinin olduğu alanlardır. Bu alanlar arşiv çalışması ile belirlenerek çalışmanın ilk aşaması oluşturulmuştur.

## 2.2. Saha Çalışmaları

Saha Çalışması için arşiv araştırmaları sonucu elde edilen bilgilere istinaden, planlama çalışması yapılmıştır. Daha sonra belirlenen alanların Kars İli genelini kapsayacak şekilde ölçümler yapılarak tamamlanmaya çalışılmıştır. Kullandığımız JAWAD CORS-TR cihazı ile gerekli çalışmalar ITRF96 sisteminde yapılmıştır. Yapılan bu çalışmada noktalar üzerinde en az 10 dakika beklenerek en hassas konumun alınması sağlanmıştır. Bu çalışma esnasında Google Earth ortamının doğruluğunun test edilebilmesini sağlamak amacıyla, saha ölçümleri esnasında belirlenen envanter bilgisinin köşe koordinatları ölçülürken belirlediğimiz ve Google Earth ortamında belirgin olarak görülen 4 adet nokta hem sahada ölçümü yapılmış, hem de aynı noktalar Google Earth ortamında elimizdeki tablet üzerinden işaretlenmiştir. Saha ölçümleri 10 adet alan için ayrı ayrı yapılmıştır. Her bir alan için 4 nokta tespit edilmiştir. Bu şekilde Saha Çalışması tamamlanmıştır.

### 2.2.1. Çığ Düşmesi Alanlarının Belirlenmesi

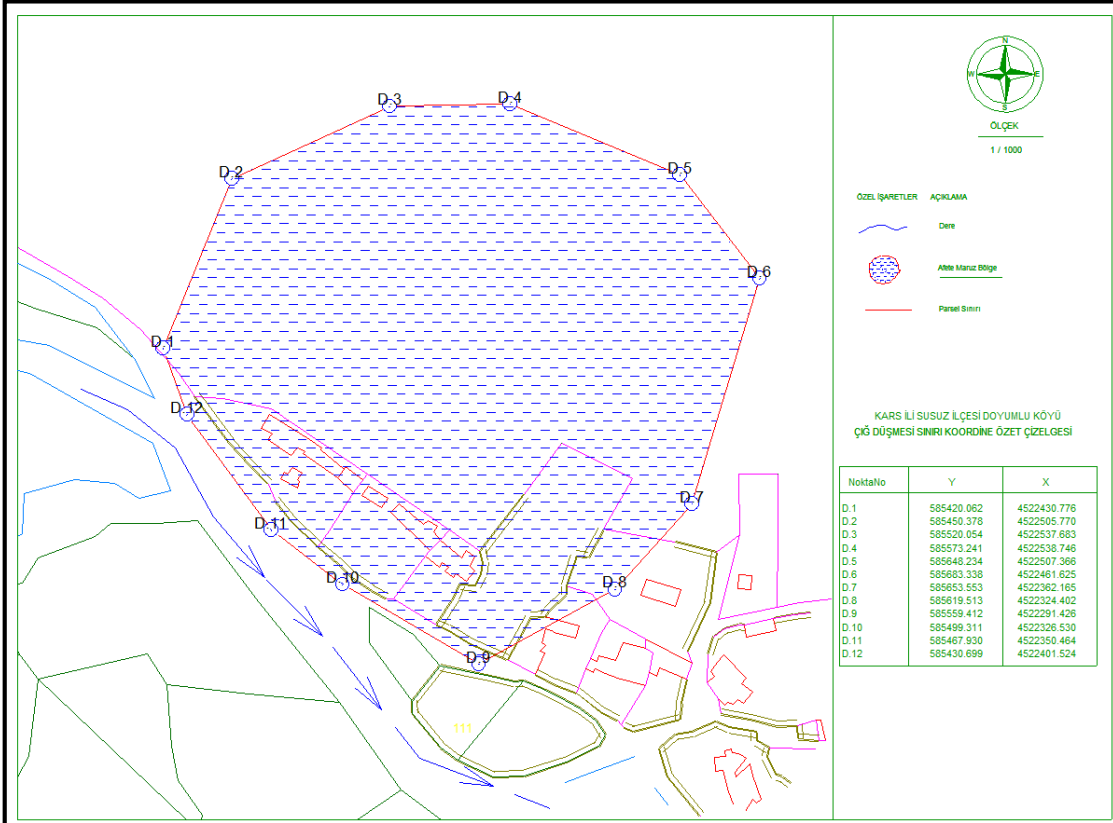
Çığ Düşmesi Duyarlılık Analiz Haritasının yapımından önce Kars İli sınırları içerisindeki belirlediğimiz 3 alan (envanter) ölçümü yapılmıştır. Bu envanterler Kars ili sınırları içerisinde yer alan Akdere, Doyumlu ve Harmanlı köyleri sınırları içerisinde bulunmaktadır. Kars ili Akdere, Doyumlu ve Harmanlı köylerinde yapılan ölçümler neticesinde gerekli bilgiler sayısal ortama aktarılmış ve Çığ Düşmesi için belirlenen 3 alan için analizden önceki verilerin oluşturulması sağlanmıştır. Duyarlılık Analiz Haritasının yapımından önce NetCAD ve Google Earth görüntüleri aşağıdaki şekillerdeki gibi yapılarak analiz ve incelemelere hazır hale getirilmiştir.



Şekil 14. Kars ili merkez ilçesi akdere köyü çığ düşmesi saha ölçümü



Şekil 15. Kars ili merkez ilçesi akdere köyü çiğ düşmesi google earth görüntüsü

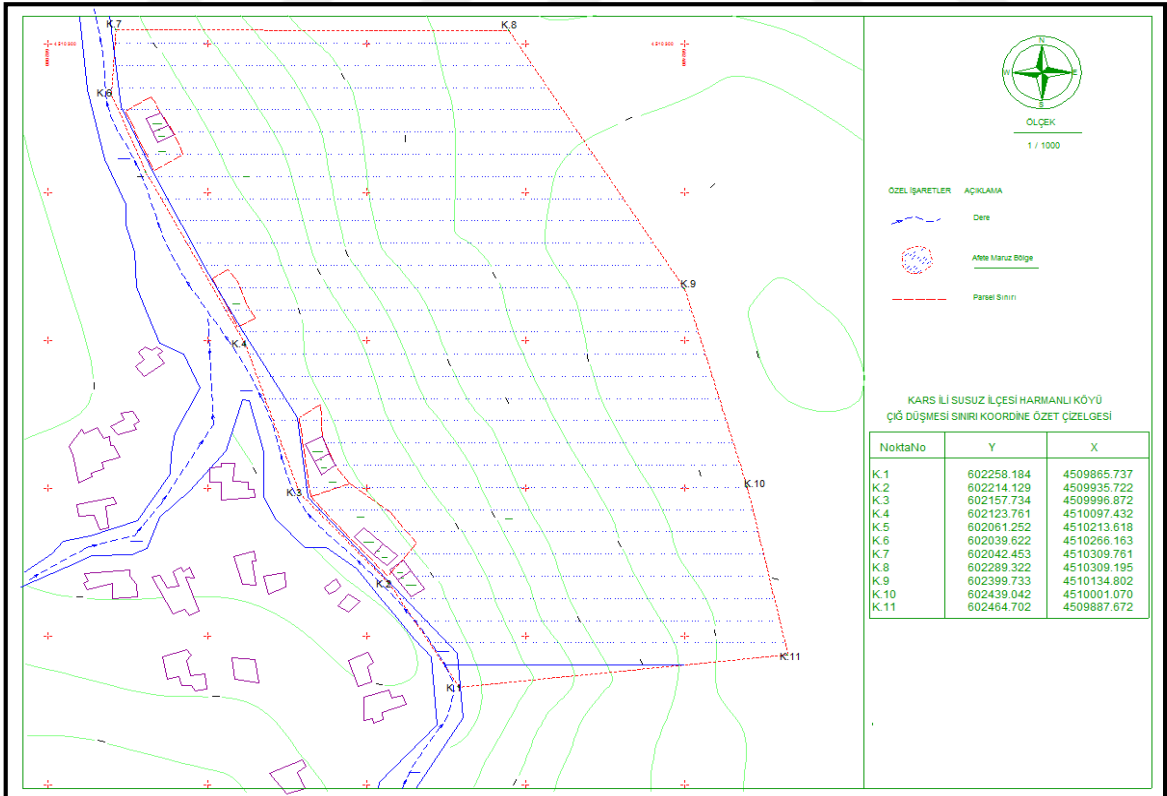


Şekil 16. Kars ili susuz ilçesi doymumlu köyü çiğ düşmesi saha ölçümü





Şekil 17. Kars ili susuz ilçesi doymulu köyü çiğ düşmesi google earth görüntüsü



Şekil 18. Kars ili susuz ilçesi harmanlı köyü çiğ düşmesi saha ölçümü





Şekil 19. Kars ili susuz ilçesi harmanlı köyü çığ düşmesi google earth görüntüsü

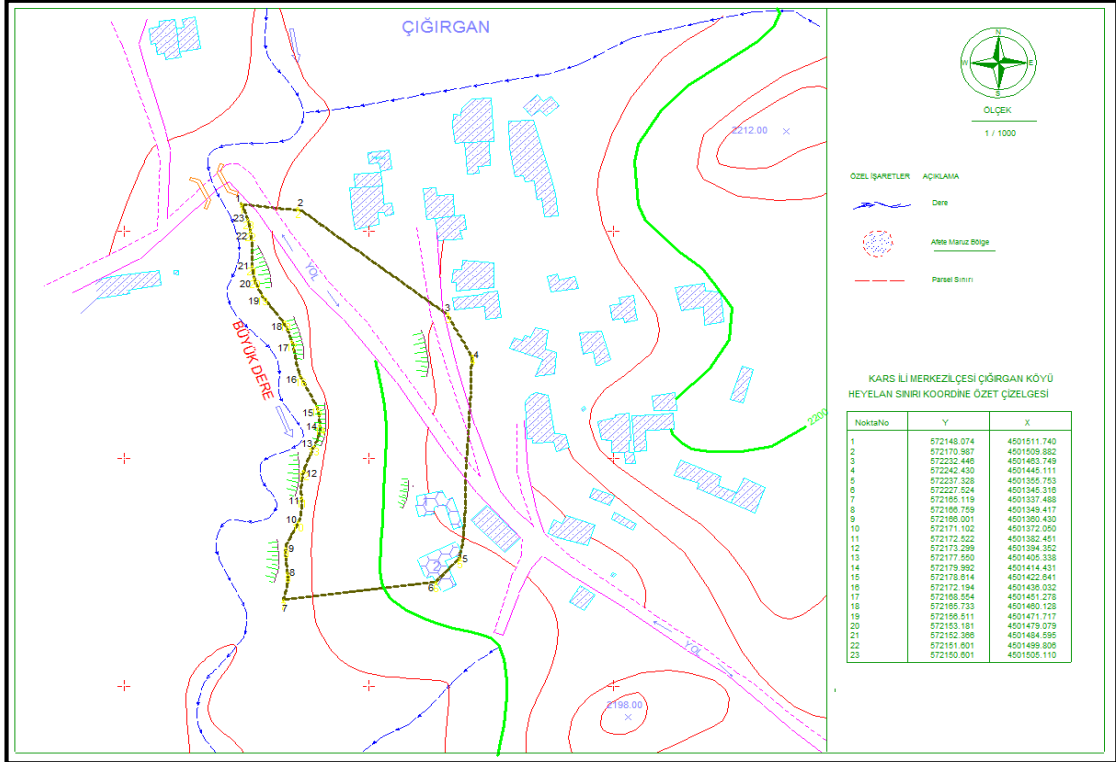
Bu işlemler yapılarak Çığ Düşmesi Duyarlılık Analiz Haritalarının yapım aşamalarındaki envanter verilerinin incelenmesi için altlık oluşturulması tamamlanmıştır.

### 2.2.2. Heyelan Alanlarının Belirlenmesi

Heyelan Düşmesi Duyarlılık Analiz haritasının yapımına başlanmadan önce 4 alan (envanter) belirlenmiştir. Belirlenen bu envanterler Kars İli sınırları içerisinde Alçılı, Çığırgan, İnkaya ve Yukarıkaragüney köyleri sınırları içerisinde bulunmaktadır. Kars ili Alçılı, Çığırgan, İnkaya ve Yukarıkaragüney köylerinde yapılan ölçümler sonucunda, belirlenen alanlar ile Heyelan Alanlarının belirlenmesi sağlanmıştır. Bu sonuçlar ile Heyelan değerlerinin analizden önce sayısal altlığının oluşması sağlanmıştır. Bu şekilde daha sağlıklı bilgilerin oluşmasının alt yapısı ve altlığı oluşturulmuştur. Aşağıdaki şekiller ile bu alanların NetCAD ortamındaki ve Google Earth görüntüleri verilmiştir.







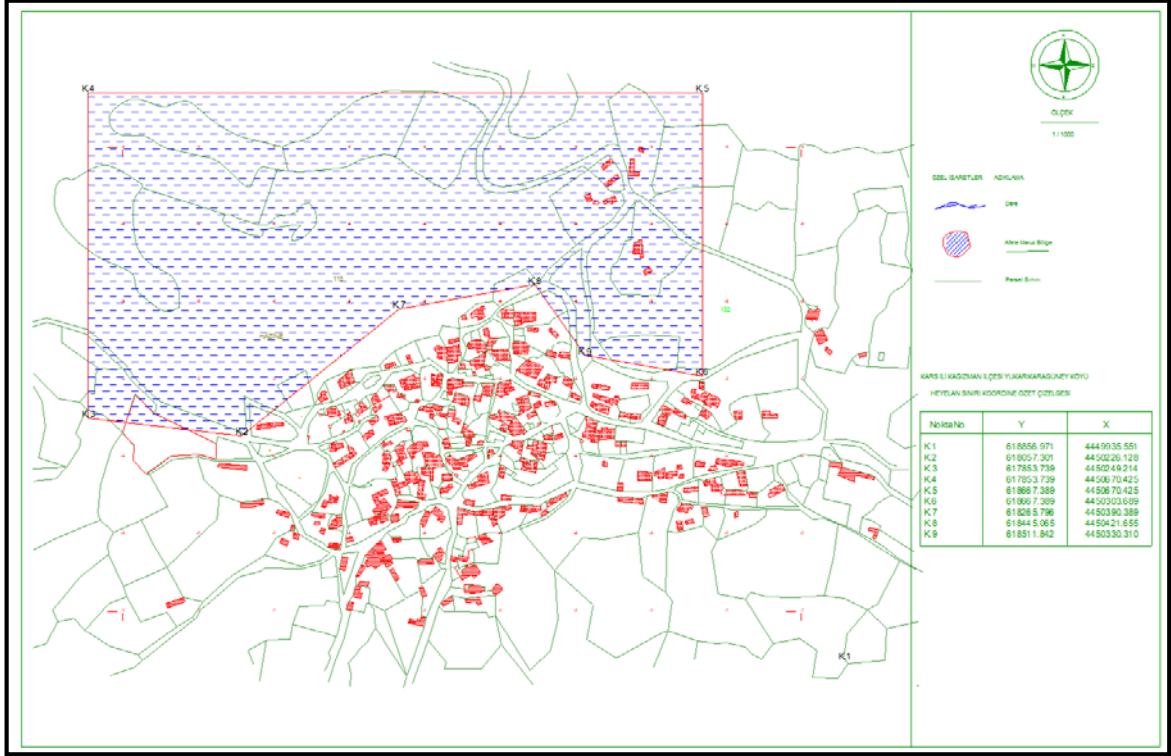
Şekil 22. Kars ili merkez ilçesi çığırğan köyü heyelan saha ölçümü



Şekil 23. Kars ili merkez ilçesi çığırğan köyü heyelan google earth görüntüsü







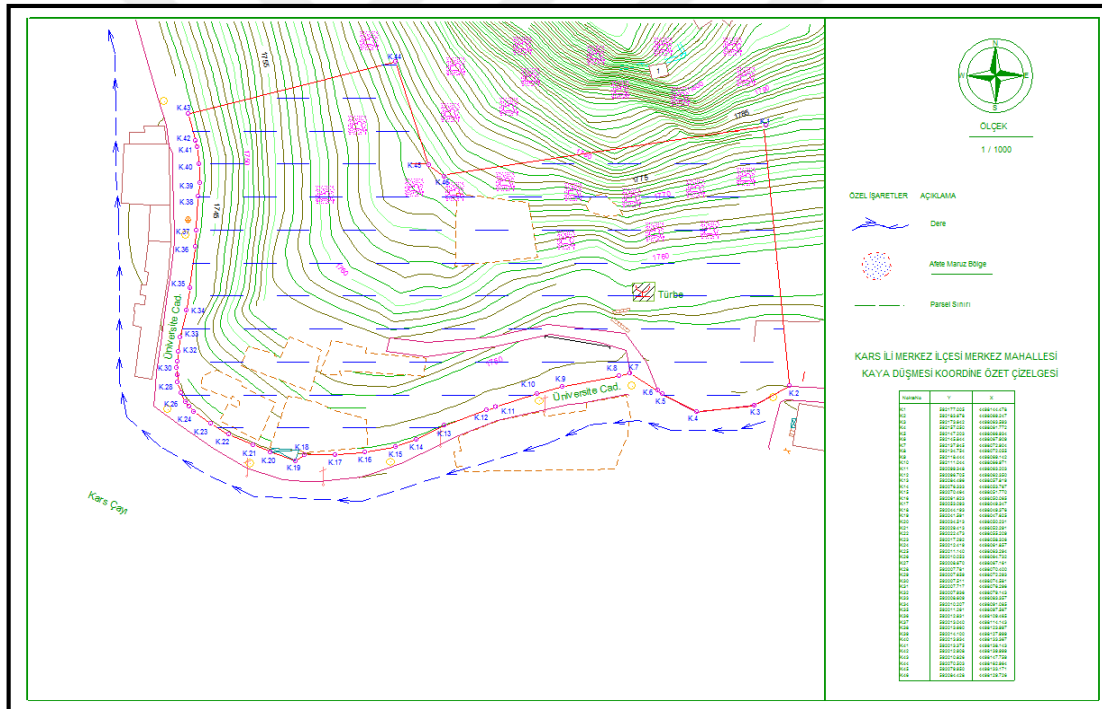
Şekil 26. Kars ili kağızman ilçesi yukarıkaragüney köyü heyelan saha ölçümü



Şekil 27. Kars ili kağızman ilçesi yukarıkaragüney köyü heyelan google earth görüntüsü

### 2.2.3. Kaya Düşmesi Alanlarının Belirlenmesi

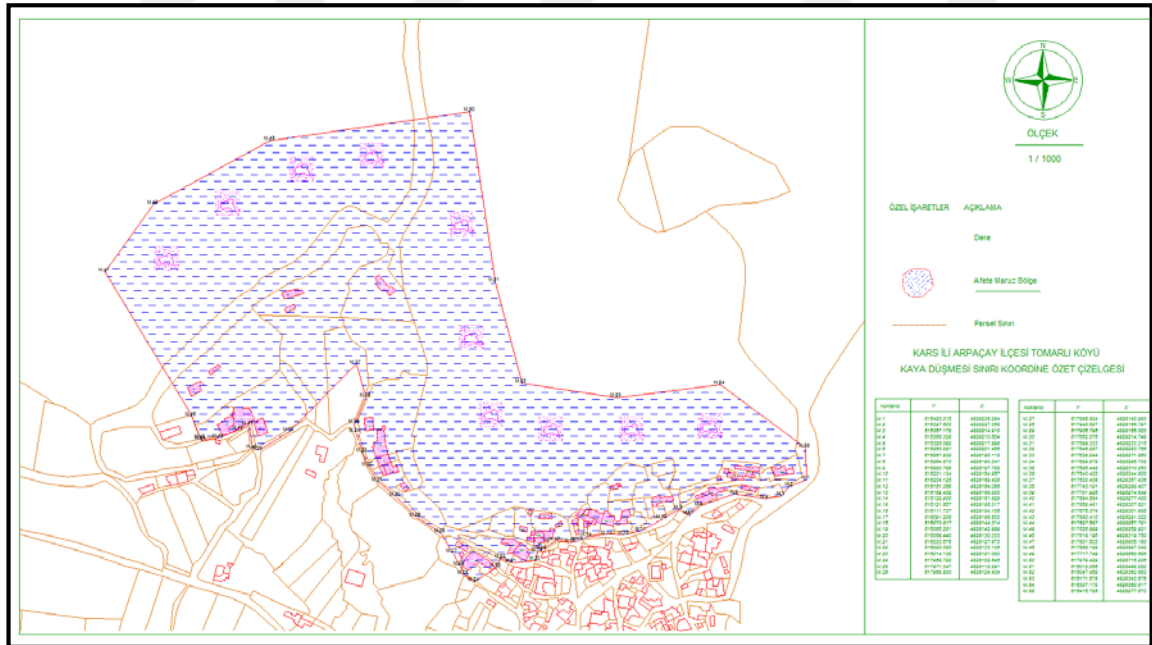
Kars ili Merkez, Tomarlı, Varlı köylerinde yapılan ölçümler ile Kaya Düşmesi alanları belirlenmiştir. Belirlenen bu envanterler ile Kaya Düşmesi analizleri öncesi gerekli altlıklar için sayısal değerler belirlenmiştir. Bu şekilde gerekli analizlere hazır altlıklar ve altyapı oluşturulmuştur. Yapılan çalışmalardan daha iyi sonuçlar elde edebilmek için gerekli sayısal değerlerin karşılaştırılması için gerekli olan saha ölçümleri Google Earth görüntüleri ile desteklenmiştir. Yapılacak olan Kaya Düşmesi Duyarlılık Analiz Haritalarının yapım aşamasında kullanılmak için belirlenen alanların CORS-TR ve ITRF96 sisteminde ölçümleri yapıldıktan sonra CAD ortamında hazırlıklar genel olarak yapılmıştır. Belirlenen bu 3 envanterin NetCAD ve Google Earth görüntüsü aşağıdaki şekilde verilmiştir.



Şekil 28. Kars ili merkez ilçesi merkez mahallesi kaya düşmesi saha ölçümü



Şekil 29. Kars ili merkez ilçesi merkez mahallesi kaya düşmesi google earth görüntüsü

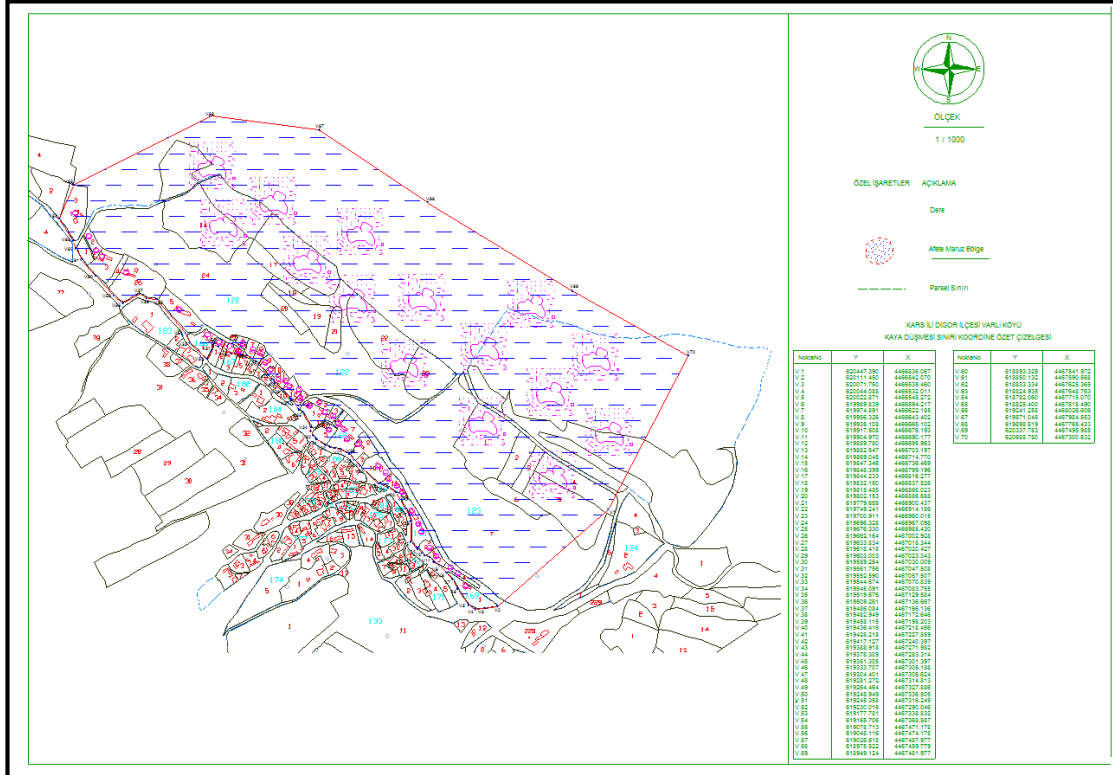


Şekil 30. Kars ili arpaçay ilçesi tomarlı köyü kaya düşmesi saha ölçümü





Şekil 31. Kars ili arpaçay ilçesi tomarlı köyü kaya düşmesi google earth görüntüsü



Şekil 32. Kars ili dığor ilçesi varlı köyü kaya düşmesi saha ölçümü





Şekil 33. Kars ili digor ilçesi varlı köyü kaya düşmesi google earth görüntüsü

Duyarlılık Analiz Haritalarının yapım aşamaları için yapılan bu saha ölçümleri ile gerekli envanter verileri hazırlanmış oldu. Bu şekilde yapılacak çalışmaların test edilmesi için envanter verileri oluşturulmuştur. CAD ortamının ve Google Earth ortamının kullanımı ile envanter veriler çalışma yapılacak duruma getirilmiştir.

### **3. BÜTÜNLEŞİK AFET RİSK HARİTALARININ ÜRETİLMESİ**

#### **3.1. Sayısal Yükseklik Modelin (SYM) Oluşturulması**

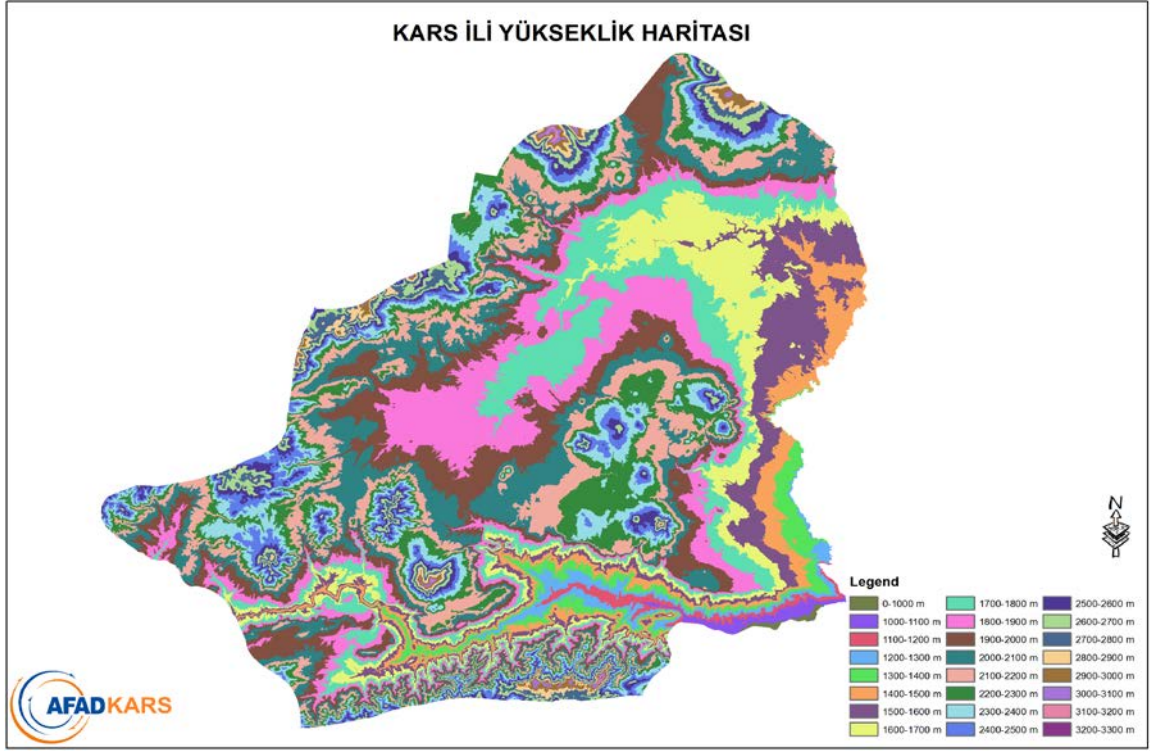
Heyelan, Yamaç eğimleri olan ve toprak yapısının gevşek olduğu alanlarda değişik şekillerde aşağı yönlü kayma hareketidir. Heyelan olaylarının başlıca sebeplerinden biride yüksekliktir. Yüksek ve Jeolojik yapıların bir araya gelmesi Heyelan olayların meydana gelmesini sağlamaktadır.

Kaya düşmesi, dik topografyaya sahip alanların yüksek kotlarında yüzeyleşen eklemli kaya ortamlarında süreksizliklerin sınırlandığı kaya bloklarının serbest yüzeye doğru küçük hareketlerle duyarlılığını yitirerek, kaynak bölgeden eğim aşağı oldukça hızlı olarak hareket ettiği bir tür yamaç duyarsızlığıdır. Bu nedenle eğim kaya düşmelerinde etkili bir faktördür. Teorik olarak belirlenen mantıksal çerçeve içerisinde, eğimi yüksek sert topografyanın bulunduğu alanlarda potansiyel kaynak alanların olabileceği düşünülmüştür.

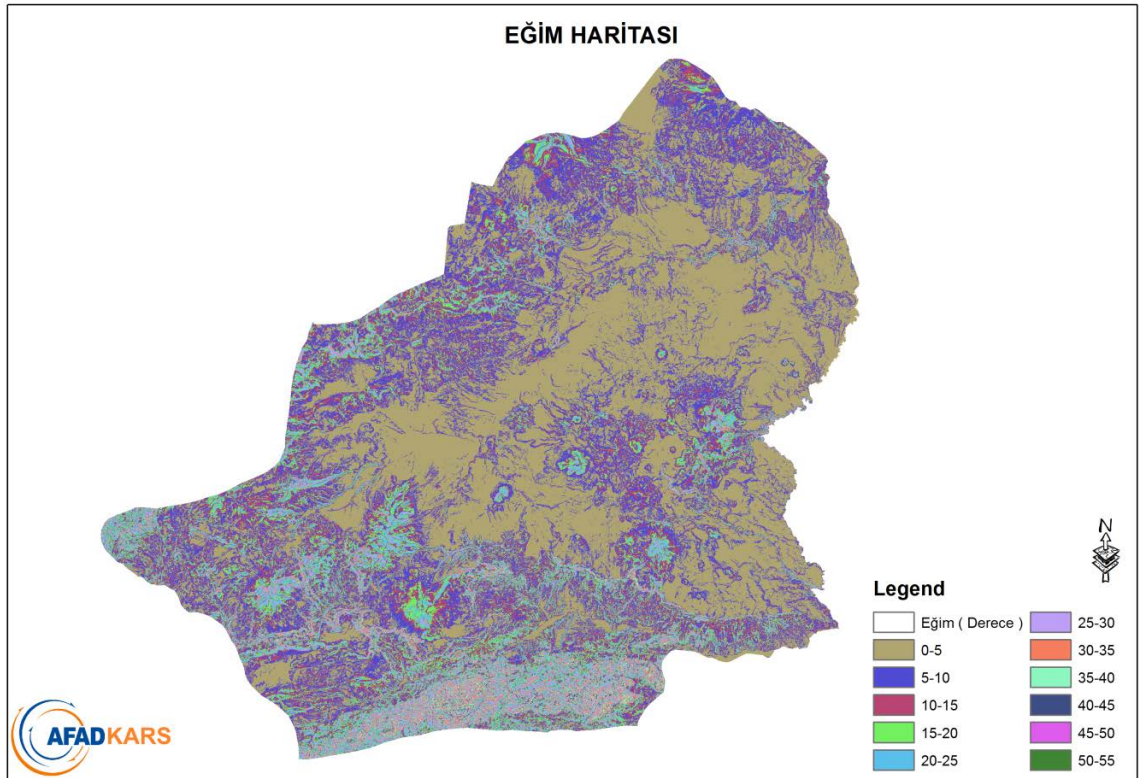
Çığ oluşumunda etkili topoğrafik etkenlerden birisi de yüksekliktir. Yükseklik arttıkça hava sıcaklığı azalmakta, alçak kotlardan yüksek kotlara doğru bitki örtüsü gittikçe daha seyrek ve bodur olmakta, daha yüksek kesimlerde ise yıl boyu hava sıcaklığının düşük olmasından dolayı hiç gelişmemektedir. Sıcaklığın yükseklikle azalması kar metamorfizması üzerinde de etkili olduğu için zayıf kar tabakalarının oluşumlarına sebep olmaktadır. Buda Çığ Düşmesi olayına sebep olmaktadır.

Yükseklik haritası üretmek için öncelikle Kars İlinin, Kaya Düşmesi İçin, 30\*30 metre, Heyelan için, 25\*25 metre, Çığ Düşmesi için, 20\*20 metre çözünürlüğünde sayısal yükseklik modeli üretilmiştir. Üretilen bu SYM haritasından sonra Çığ Düşmesi, Heyelan ve Kaya Düşmesi için önemli olan diğer parametre haritalar üretilmiştir. Bunlar Yamaç Eğriselliği Haritası, Eğim Haritası, Bakı Haritası gibi analiz için gerekli olan haritalardır.

Bu sebeplerden dolayı SYM (Sayısal Yükseklik Modeli) 'nin oluşturulması ve çözünürlüğü, bu tür çalışmalarda en önemli unsurlardan biridir.

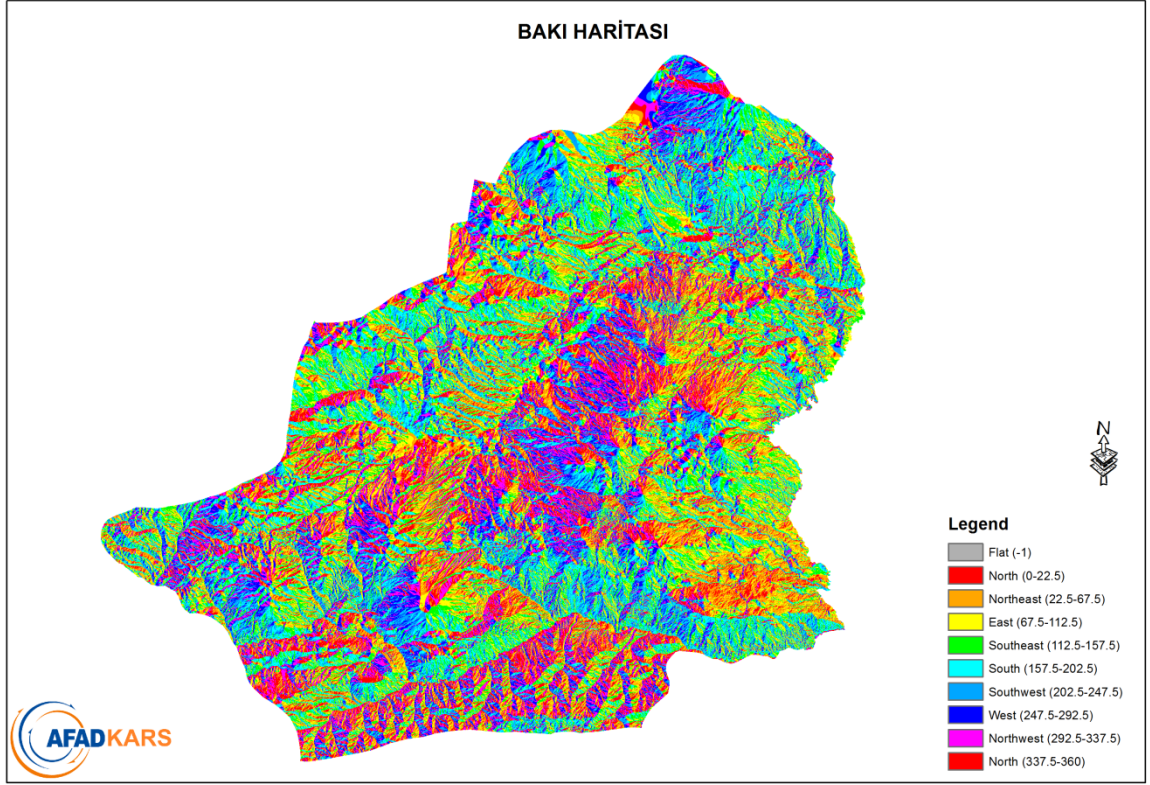


Şekil 34. Kars ili yükseklik haritası



Şekil 35. Kars ili eğim haritası





Şekil 36. Kars ili baki haritası

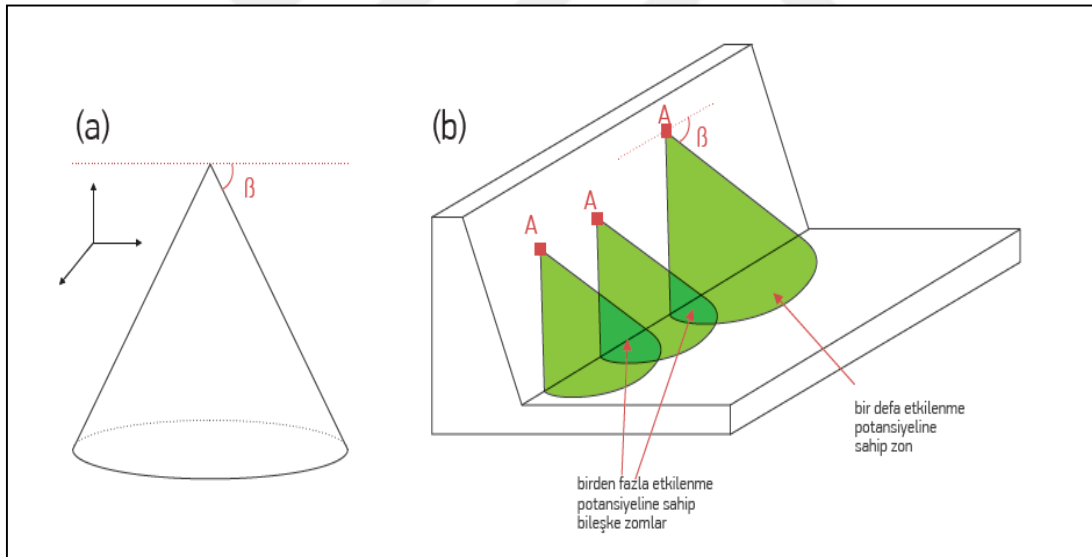
Duyarlılık Analiz Haritalarının yapım aşamasında CBS sistemine ait olan ArcGIS programı ve CAD sistemine ait olan NetCAD programı kullanılmıştır. Genel olarak yapılan işlemler CBS ortamı yada CAD ortamı diye ifade edilmiştir.

### 3.2. Çığ Düşmesi Duyarlılık Analiz Haritasının Yapım Aşaması

Çığ düşmesi afeti, ülkemizde karşılan doğal afet türlerindedir. Çığ düşmesi, dağ yamaçları gibi eğimli yüzeylerde biriken büyük kar kütlelerinin kendiliğinden veya tetikleyici bir etki sonucunda dengenin bozulması nedeniyle, aniden ve büyük bir hızla harekete geçip yamaç eğimi yönünde gösterdiği akma hareketi olayı olarak tanımlanmaktadır. Çığ düşmesi olayı Kars İlinde yağışın en fazla olduğu kış aylarında artmaktadır. Çığ düşmesi aktiviteleri sonucu yerleşim yerleri, elektrik ve telefon hatları, kara ve demir yolları gibi alanlarda can ve mal kaybına yol açabilmektedir. Yapılacak çalışmalar bu kayıpların önüne geçebilmek için oldukça önemlidir.

CONEFALL yazılımı Çığ Düşmesi ve Kaya Düşmesi olaylarında, düşebilecek minimum ve maksimum alanların belirlenmesini sağlamaktadır. Girilen açı değerleri ile riskin kapsayacağı yani düşecek kaya ya da çığın etkileyecek alanın yaklaşık olarak bulunmasına yardımcı olmaktadır.

CONEFALL yazılımı; Belirli açılar girilerek bu alanda gerçekleşebilecek herhangi bir durumun belirlenmesi için kullanılan bir programdır. CONEFALL yazılımı, özellikle Avrupa ülkeleri arasında çığ değerlendirmeleri için sıklıkla kullanılmakta olup, kütle hareketlerinin (kaya düşmesi, çığ) topoğrafik özelliklere dayalı bileşenleri ile CBS ortamında harita üretebilmektedir. İlgili yazılım, konik yayılım (Jaboyedoff ve Labiouse, 2003) ilkesine (Şekil 37a) dayanmakta olup, enerji çizgi açısı veya gölge açısı kavramlarına göre, başlangıç bölgesinden ayrılan kütlenin, düşey konumda  $\beta$  açısı ile bir koni çizilmektedir (veya kabul edilmektedir). Koninin eğim aşağı kesimdeki topografya ile ara kesiti ile oluşan alan, konik yayılım zonu olarak belirlenmektedir (Şekil 37b).



Şekil 37. Jaboyedoff ve Labiouse (2003) tarafından önerilen konik yayılım yaklaşımı  
(a)  $\beta$  açısına sahip düşey koni, (b) kaynak alandaki hücrelerde şematik olarak  $\beta$  açısına sahip koni ile topografyanın ara kesiti

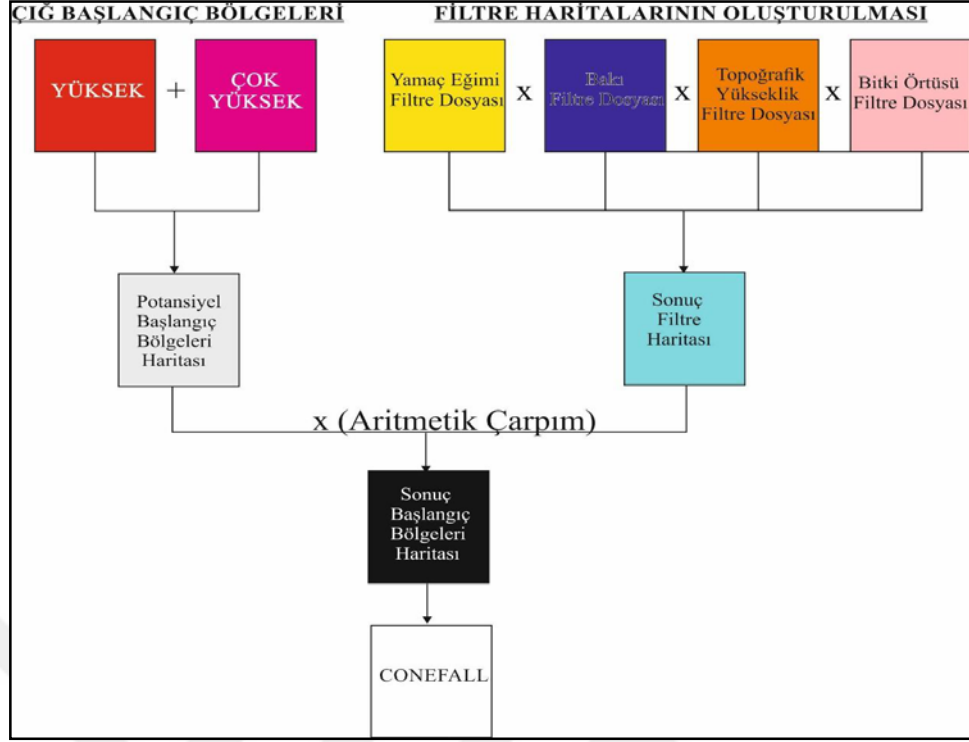
Çığ Düşmesi Duyarlılık Analizi yapılmadan önce, SYM haritası yapılmıştır. SYM Haritası temel altlık alınarak, eğim, eğrisellik, bakı haritası üretilmiştir. Toplamda 5 parametre haritası üretilmiştir bunlar Şekil 38' de ki parametrelere göre Reclassify (yeniden değer atama) ile sınıflandırılmış ve değerler atanmıştır. 5 parametre haritası (rec\_sym, rec\_bakı, rec\_eğim, rec\_eğrisellik ve rec\_arazi ) yapıldıktan sonra, bu parametreler CBS

ortamında toplanarak Çığ Başlangıç Bölgeleri belirlenmiştir. Bu aşamalarda Arazi Parametresi düzeltme ve inceleme Google Earth üzerinden yapılarak tekrar CBS ortamına aktarımı yapılmıştır. Yamaç Eğriselliği dışında 4 parametre harita (sym, baki, eğim ve arazi) filtre haritalar için sınıflandırılmış ve çıkan ürün CBS ortamında çarpılmıştır.

PARAMETRE	SINIFLAR	PUAN	% AĞIRLIK	TOPLAM PUAN
YÜKSEKLİK (m)	≤ 1000	0	15	0
	1000 - 1500	1		15
	1500 - 3000	2		30
	> 3000	3		45
EĞİM °	0 - 10	0	30	0
	10 - 28	1		30
	28 - 45	3		90
	45 - 55	2		60
	> 55	1		30
BAKI °	DÜZ	0	20	0
	KUZEY (0-45; 315-360)	3		60
	DOĞU (45 - 135)	2		40
	GÜNEY (135 - 225)	1		20
YAMAÇ ŞEKLİ (EGRİSELLİK) <small>(Egrisellik değeri için, Maggioni ve Gruber (2003) temel alınmıştır)</small>	İÇBÜKEY (Egrisellik < -0.2) <sup>+</sup>	3	20	60
	DÜZ (-0.2 < Egrisellik < 0.2) <sup>+</sup>	2		40
	DIŞBÜKEY (0.2 < Egrisellik) <sup>+</sup>	1		20
ARAZİ KULLANIMI-BİTKİ ÖRTÜSÜ	ORMANLIK ALAN	0	15	0
	SEYREK ORMAN	1		15
	BODUR BİTKİ ÇALI-OT	2		30
	CIPLAK KAYALIK	3		45

Şekil 38. Çığ düşmesi duyarlılık analiz haritası için belirlenen parametreler

Çığ Düşmesi Duyarlılık Analiz Haritasının son aşamasında çıkan 5 parametre harita ile filtrelerden oluşan 4 parametre haritası çarpılarak sonuç elde edilmiştir. Bu üretilen sonuç haritası Conefall yazılımı ile analiz edilmiştir. Çığ Düşmesi Duyarlılık Analiz Haritasının yapım aşaması Şekil 39 ' da ki gibi verilmiştir.



Şekil 39. Çığ düşmesi duyarlılık analiz haritası yapım aşaması

Üretilen kaynak alan ve SYM haritası Conefall yazılımı ile analiz edilmiş ve enerji çizgisi açısı olarak 30, 35 ve 40 dereceler kullanılmıştır.

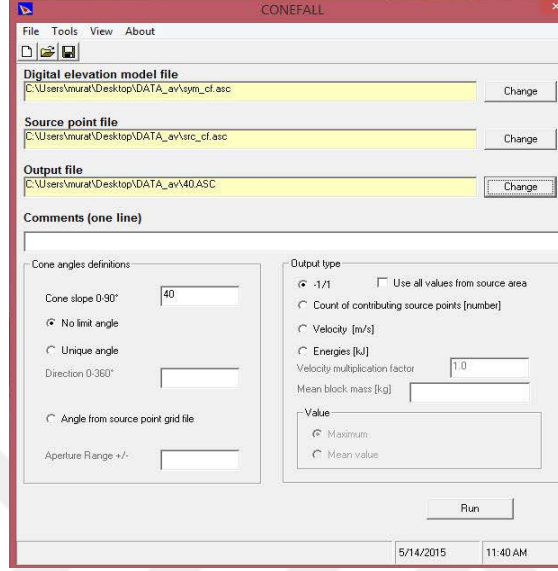
Sonrasında elde edilen yayılım haritaları, üst üste çakıştırılarak “Düşük”, “Orta” ve “Yüksek” olmak üzere zonlama dosyası elde edilmiştir. Mantık, kaynak alandan itibaren hareket edecek bir çığ kütlelerinin, tercih edilen enerji çizgisi açlarına ve arazinin yapısına göre gidebileceği mesafeyi hesaplama ve elde edilen yayılım alanlarının üst üste kesştirerek en çok etki ve dolayısı ile duyarlılığın hangi alanda olacağını belirleme üzerine kuruludur.

Bu nedenle yayılım alanları çakıştırılarak elde edilen zon haritasında, her üç yayılım alanının kesiştiği pikseller yüksek duyarlı, iki alanın kesiştiği pikseller orta ve tek yayılım alanı kalan pikseller ise düşük duyarlı zon olarak gösterilmiştir. Ayrıca, yayılım alanı olmayan pikseller duyarsız zon olarak belirlenmiş durumdadır.

Analiz sonucu elde edilen ".asc" uzantılı dosyalar CBS yardımı ile raster haline dönüştürülmüştür. Raster haline dönüştürülen haritalarda çığ olan piksellere 1 değeri, çığ olmayan piksellere ise 0 değeri atanmıştır. Sonrasında bu haritalar aritmetik toplama işlemi yapılarak Kars İline ait Çığ Duyarlılık Analiz Haritası üretilmiştir.

Çığ Düşmesi Duyarlılık Analiz Haritası için belirlenen potansiyel kaynak alanlarının oluşturduğu etki alanları duyarlılık haritasında 0-3 aralığında değişen aralıklarda; 3 değeri

en yüksek çığ duyarlılığını, 2 değeri orta duyarlılık, 1 düşük duyarlılık ve 0 değeri ise herhangi bir çığ duyarlılığının olmadığı duyarsız alanları göstermektedir.



Şekil 40. Conefall yazılım arayüzü

Arazide ölçümü yapılan 3 adet alan analiz aşamasında, arazi örtüsü aşamasında Google Earth görüntüsü üzerinden yapılan çalışmalar ile kullanılmıştır. Arazi örtüsü verisi gibi kullanılarak CBS ortamına aktarılmıştır. Buradaki amaç ığ Düşmesi Duyarlılık Analiz Haritasının yapım aşamasındaki evanter veri girişi ve düzeltmelerin incelenmesidir.

### 3.3. Heyelan Duyarlılık Analiz Haritasının Yapım Aşaması

Heyelan afeti, ülkemizde sık karşılaşılan doğal afet türlerinden olup depremle birlikte en çok yapı hasarı heyelanlar nedeniyle meydana gelmektedir. Kaya, toprak ve arazi parçalarının, yer çekimi veya depremler, aşırı yağışlar gibi dış etkenlerin etkisi ile fark edilebilir düzeyde eğim aşağı doğru kayması veya hareket etmesi durumu, toprak kayması olarak tanımlanan heyelanlar Kars İli afet olayları incelendiğinde en sık karşılaşılan olaydır. Bazı heyelanlar yerleşim biriminin bir bölümünün geniş ölçekte afete maruz bölge (AMB, yapı ve ikamete yasaklı alan) olarak ilan edilmesine neden olmuştur.

Heyelan aktiviteleri sonucu arazide oluşan büyük çaplı deformasyonlar, yerleşim yerleri, tarım arazileri, kara ve demir yolları gibi alanlarda can ve mal kaybına yol



açabilmektedir. Yapılacak çalışmalar bu kayıpların önüne geçebilmek için oldukça önemlidir.

Heyelan Duyarlılık Analiz Haritası üretilmeden önce, gerekli olan parametreler ve veriler sağlanmıştır. Bu veriler Kars İlini kapsayan 1/25000' lik pafta ve bunların sayısal münhanileri, Jeolojik CBS dosyası, MTA Heyelan Envanter verileri, arşiv araştırmaları sonucu elde edilen Heyelan Envanterleri, Yol Envanter bilgisidir. Bu veriler ile genel bir analiz yapılabilmektedir. Fakat biz Heyelan Duyarlılık Analizi için belirlediğimiz 4 adet alanı da bu verilerin içinde kullanarak bir çalışma yaptık. Bu çalışmada analiz için öncelikle SYM haritasının oluşturulmasına başlandı. Kars İlinin tamamını kapsayan 1/25000' lik paftaların sayısal münhanileri ile yükseklik haritası (SYM) yapıldı. Daha sonra bu harita tüm CBS sistemimiz içinde altlık oluşturarak diğer parametre haritalarımızın oluşturulması sağlandı.

Yapılan 4 parametre (Sym, Eğim, Bakı, Yamaç Eğriselliği) haritalarından sonra, Yola Yakınlık haritası için Yol Verisi CBS ortamında analize sokularak Yola Yakınlık Haritası üretilmiştir. Daha sonra Jeoloji verisi CBS ortamında Feature to Raster yapılarak yeni bir Jeoloji Haritası üretilmiştir. Arşiv araştırmaları ve MTA Heyelan verileri arazide Google Earth üzerinden bakılarak düzeltilmeye çalışılmıştır. Bu veriler tekrar CBS ortamına aktarılmıştır. Sayısal ortamda bulunan 1/25000' lik paftalarımızda teker teker açılarak CBS üzerinde incelenmiş gerekli olan yerlerde MTA verilerinin kesiştiği, fakat münhani bilgilerine göre olmaması gerektiği kararı verilerek verilerin sınırları değiştirilmiştir. Sym, Eğim, Bakı ve Yamaç Eğriselliği ile Yola Yakınlık haritalarına CBS ortamında Reclassify yani yeniden değerler atayarak çıkan sonuçları Frekans Tablosunda ilgili sütuna yazılmıştır. Daha sonra arazi ve CBS ortamında belirlediğimiz verilerin incelenmesi ve düzeltilmesi yapıldıktan sonra daha önce yaptığımız 6 parametre harita ile CBS ortamında Extract by Mask (Heyelan Envanterlerin kapsadığı pixel sayısı) yapılarak ilgili alanlara düşen pixel sayıları belirlenip Frekans Tablosunda yerine yazılmıştır. Sonuçta Frekans Tablosunda hesaplanarak bulunan yeni değerler tekrar CBS ortamında yeni değer olarak atandıktan sonra 6 adet yeni frekans haritaları oluşturulmuştur. Bu haritalar Fr\_Sym, Fr\_eğim, Fr\_Bakı, Fr\_Eğrisellik, Fr\_Yol, Fr\_Jeoloji olarak belirlendikten sonra Heyelan Duyarlılık Analiz için bu 6 Parametre Haritası CBS ortamında toplanarak sonuç ürün elde edilmiştir.

Bu işlemlerden sonra Heyelan Duyarlılık Haritası oluşturulmuştur. Bu işlemler FRA (Frequency Response Analysis) metodunda yapılmıştır. Şekil 41' de görüldüğü gibi HP (Heyelanlı Pixel Sayısı) kolonuna Heyelan Envanterlerin Extract by Mask yapılarak

envanterin bulunduğu alandaki pixel sayıları yazılmıştır. Çalışma alanı içindeki ve Reclassify yapılarak belirli aralıklara bölünen haritanın toplam çalışma alanındaki pixel sayıları da AP (Aralıktaki Toplam Pixel sayısı) kolonuna yazılmıştır. Bu iki HP ve AP verilerinin hesaplanması ile FR (Frekans Oranındaki Pixel sayısı) belirlenmiş ve  $NFR*100$  ile yeni değerler bulunmuştur. Bu değerlerde tekrar CBS ortamında Reclassify içinde yazılıp Frekans Haritaları oluşturulmuştur.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
			analize giren - BU ARALIKTAKİ heyelanlı pixel sayısı	ÇALIŞMA ALANI İÇİNDE-BU ARALIKTA OLAN toplam pixel sayısı	analize giren heyelanların toplam PIXELL sayısı	ÇALIŞMA ALNINDAKİ TOPLAM PIXELL			
			HP	AP	THP	TP	FR	NFR	NFR*100
	<b>SYM(YÜKSEKLİK)</b>								
0	0-100 →	1					#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!
1	100-200 →	2					#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!
2	200-300 →	3					#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!
3	300-400 →	4					#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!
4	400-500 →	5					#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!
5	500-600 →	6					#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!
6	600-700 →	7					#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!
7	700-800 →	8					#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!
8	800-900 →	9					#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!
9	900-1000 →	10					#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!
10	1000-1100 →	11					#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!
11	1100-1200 →	12					#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!
12	1200-1300 →	13					#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!
13	1300-1400 →	14					#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!

Şekil 41. Heyelan duyarlılık analizi frekans tablosu

FR ise, hesaplaması yapılacak olan Frekans Oranı değeri olup, aşağıdaki formül ile belirlenmektedir:

- $FR = a/b$

- $a = (\text{alt grubun heyelanlı alanlardaki piksel sayısı/toplam heyelanlı piksel sayısı})$

- $b = (\text{alt grubun tüm alandaki piksel sayısı/tüm alandaki piksel sayısı})$  grup için belirleyip, Excell dosyasındaki SYM parametresinin AP kolonuna ait kesimine girilmesi gerekmektedir.

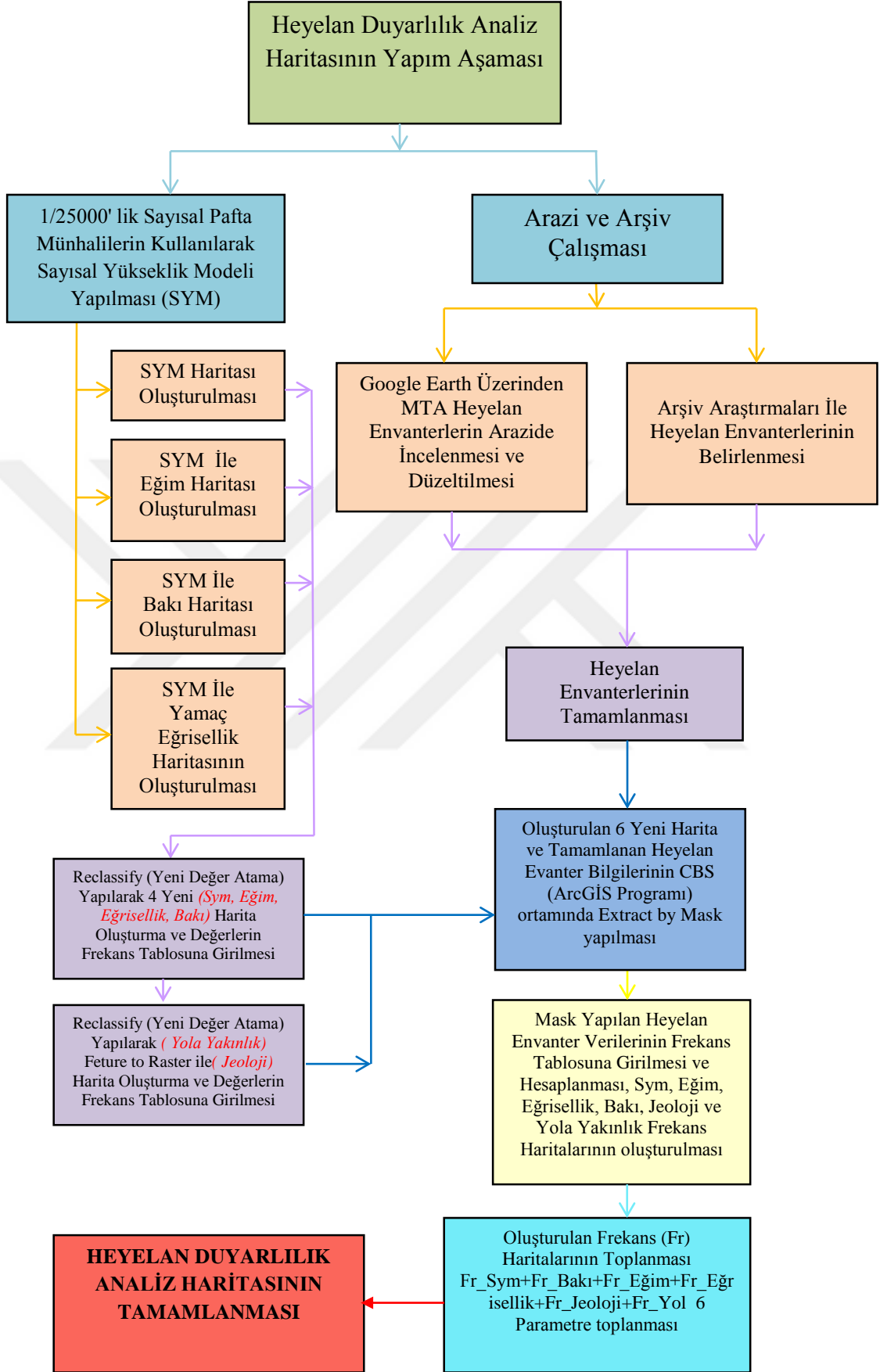
Heyelan Duyarlılık Analiz Haritası yapıldıktan sonuç ürün bulunduktan sonra, tekrar belirli aralıklarda Tablo 5' de ki gibi tanımlamalar yapılarak işlem bitirilmiştir.

Tablo 5. Heyelan duyarlılık analizi sınıflandırma

Heyelan Duyarlılık Değişim Değeri	Yeni Sınıf Kodu	Tanımlama
0-80	1	Çok Düşük
80-160	2	Düşük
160-240	3	Orta
240-320	4	Yüksek
320-400	5	Çok Yüksek

Heyelan Duyarlılık Analizi yapım aşaması Şekil 42' de ki gibi genel aşamaları ile verilmiştir.





Şekil 42. Heyelan duyarlılık analizi haritası yapım aşaması

### 3.4. Kaya Düşmesi Duyarlılık Analiz Haritasının Yapım Aşamaları

Kaya düşmesi afeti, ülkemizde karşılaşılan doğal afet türlerindedir. Kaya düşmesi, fiziksel ve kimyasal etkilerle bozulmuş veya parçalanmış, değişik boy ve çeşitteki kaya ve zemin parçalarının, kendiliğinden ya da depremler, aşırı yağışlar gibi harici etkilerle meyil aşağı hızla hareket etmesi olayı olarak tanımlanmaktadır. Kaya düşmesi olayı Kars İlinde yağışın en fazla olduğu ilkbahar aylarında artmaktadır. Kaya düşmesi aktiviteleri sonucu yerleşim yerleri, elektrik ve telefon hatları, kara ve demir yolları gibi alanlarda can ve mal kaybına yol açabilmektedir. Yapılacak çalışmalar bu kayıpların önüne geçebilmek için oldukça önemlidir.

Kaya Düşmesi olası kaynak alanların CBS temelli belirlenmesinde aşağıdaki formül kullanılmaktadır.

$$\alpha = 55 * RES - 0.075$$

Bu formülde,  $\alpha$ ; kritik eğim açısı, RES ise, SYM' nin çözünürlük değeridir. Bu uygulamada kullanılan SYM' nin çözünürlüğü 30 m olup, yukarıdaki formülde yerine konulursa, kritik eğim açısı değeri  $\alpha$ , 42.60 derece olarak bulunur. Diğer bir deyişle, 42.60 derece ve üzerindeki yamaç eğim değerine sahip alanlar, bölgede potansiyel olarak kaya düşmesinin gelişebileceği kaynak alanları oluşturmaktadır.

Kaya Düşmesi Duyarlılık Analiz Haritası yapılmadan önce, 1/ 25000' lik sayısal pafta münhanilerinden SYM haritası üretilmiştir. Üretilen bu SYM haritası ile CBS ortamında eğim haritası üretilmiştir. Eğim haritasının Reclass (Yeniden değer atama) ile 0 - 42.6 derece, 42.6 - 90 derece arasında iki kısma ayrılarak 0-42.6 derece olan satıra -1, 42.6 - 90 derece olan satıra 1 yazılarak yeni bir eğim haritası üretilmiştir. Burada amaç -1 değerinin aldığı kısmın Kaya Düşmesi afetinin olmayacağı, 1 değer alan kısımların ise Kaya Düşmesi açısından riskli ve değerlendirilmesi gereken bir durum olduğunun anlaşılmasını sağlamaktır. Yapılan çalışmadan sonra CBS ortamında bu kısımlar Raster to Point ya da Raster to Polygon sistemine çevrilerek ve çıkan parametreler Raster to Kml yapılarak Google Earth sisteminde açılması sağlanmıştır. Bu şekilde Google Earth görüntüsü üzerinde yapılan analizde 42.6 derece - 90 derece arasındaki bölgeler belirlenerek Google Earth görüntüsü üzerinde gerçekte kaya düşmesi olup olmadığı değerlendirilmiş, CBS ortamında 1/25000' lik paftalar açılarak karşılaştırmalar yapılmıştır. Gerekli düzeltmeler Google Earth

ve Arazi şartlarına göre yapıldıktan sonra Kml to Raster yaparak CBS ortamına aktarımı sağlanmıştır. Sonuç olarak çıkan yeni bir düzeltilmiş parametre ortaya çıkmıştır. Bu parametre haritası 32, 35, 38 derecelik açılar şeklinde CONEFALL yazılımında üç değişik analiz haritası üretilmiştir. Üretilen bu haritalarda 32; düşük, 35; orta, 38; yüksek şeklinde sınıflandırılıp CBS ortamında bu üç parametre haritası toplanarak Kaya Düşmesi Duyarlılık Analiz Haritası tamamlanmıştır. Yapılan bu çalışmada bizim belirlediğimiz 3 Kaya Düşmesi alanı analiz kısmına Google Earth ve arazi aşamasında işleme tabi tutulmuştur.

Analizler, raster (hücrese) dosyalar üzerinde yapılacağından, eldeki tüm vektörel veriler raster formatına dönüştürülmüştür. Bu işlemler yapılırken, dosya özelliklerinin (sıra, sütun, koordinat, datum gibi) aynı olmasına özen gösterilmiştir. Bu işlemlerin hepsi CBS platformunda yapılmıştır.

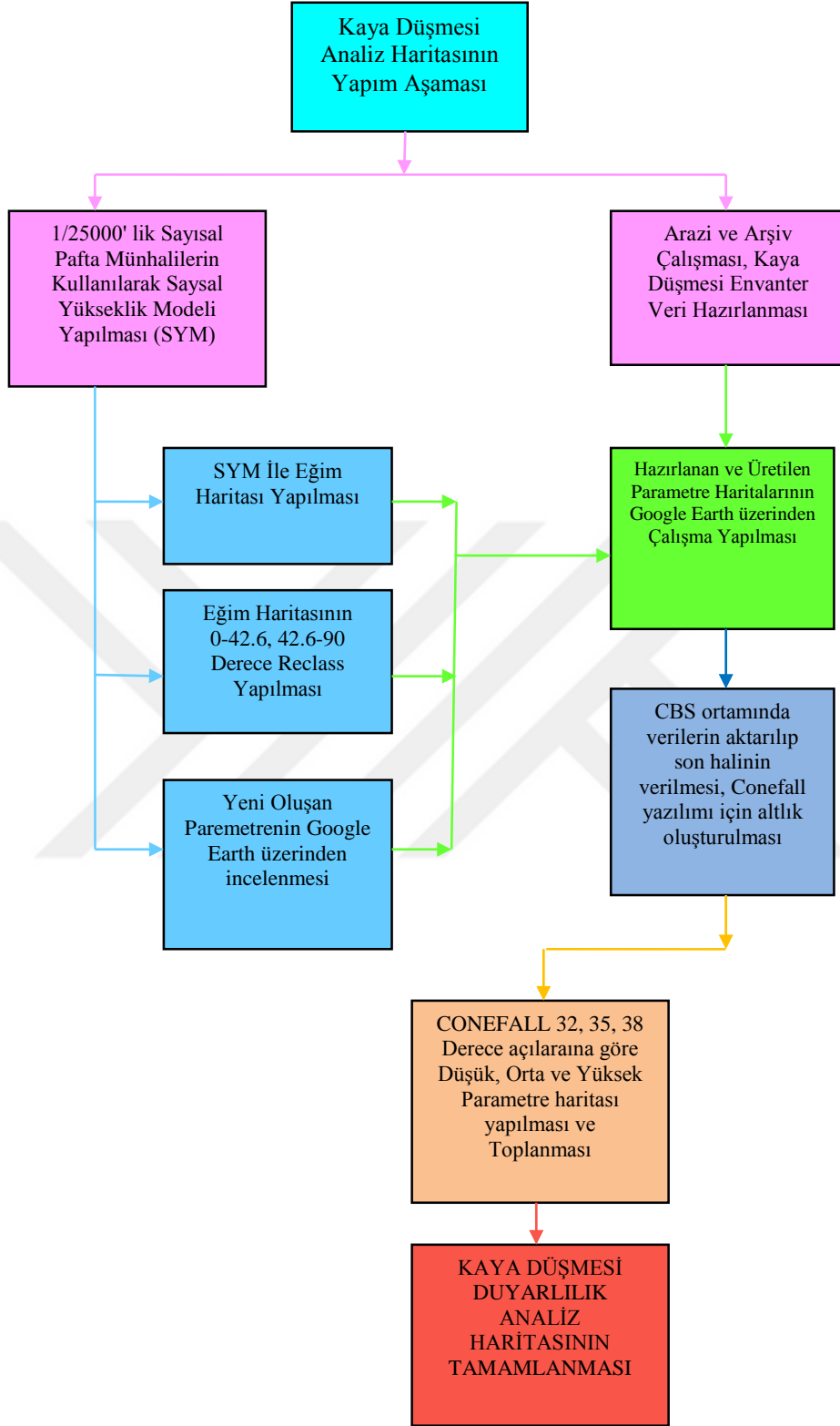
Uzaktan algılama ve arazi çalışmaları sonucu yeniden düzenlenerek oluşturulan kaynak alan haritası “.asc” formatına çevrilmiştir. Daha önce üretilen SYM haritası da “Conefall” yazılımı ile analiz edebilmek için “.asc” formatına çevrilmiştir.

Conefall yazılımı ile Çığ Düşmesi ve Kaya Düşmesi olayında enerjinin biteceği ve duracağı nokta hesaplanmaya çalışılmaktadır. Dolayısı ile kaynak alanlarla beraber, sayısal yükseklik modeli de arazi yapısını girdi olarak sağladığı için iki temel girdi olarak analizde kullanılmaktadır.

Sonrasında elde edilen yayılım haritaları, üst üste çakıştırılarak “Düşük”, “Orta” ve “Yüksek” olmak üzere zonlama dosyası elde edilmiştir. Mantık, kaynak alandan itibaren düşebilecek Çığ ve kaya bloğunun, tercih edilen enerji çizgisi açılarına ve arazinin yapısına göre gidebileceği mesafeyi hesaplama ve elde edilen yayılım alanlarının üst üste kesiştirerek en çok etki ve dolayısı ile duyarlılığın hangi alanda olacağını belirleme üzerine kuruludur.

Bu nedenle yayılım alanları çakıştırılarak elde edilen zon haritasında, her üç yayılım alanının kesiştiği pikseller yüksek duyarlı, iki alanın kesiştiği pikseller orta ve tek yayılım alanı kalan pikseller ise düşük duyarlı zon olarak gösterilmiştir. Ayrıca, yayılım alanı olmayan pikseller duyarsız zon olarak belirlenmiş durumdadır.

Analiz sonucu elde edilen ".asc" uzantılı dosyalar CBS yardımı ile raster haline dönüştürülmüştür. Kaya Düşmesi Duyarlılık Analiz Haritası yapım aşaması Şekil 43' de ki gibi genel anlamda verilmiştir.



Şekil 43. Kaya düşmesi duyarlılık analizi haritası yapım aşaması



## 4. BULGULAR VE İRDELEME

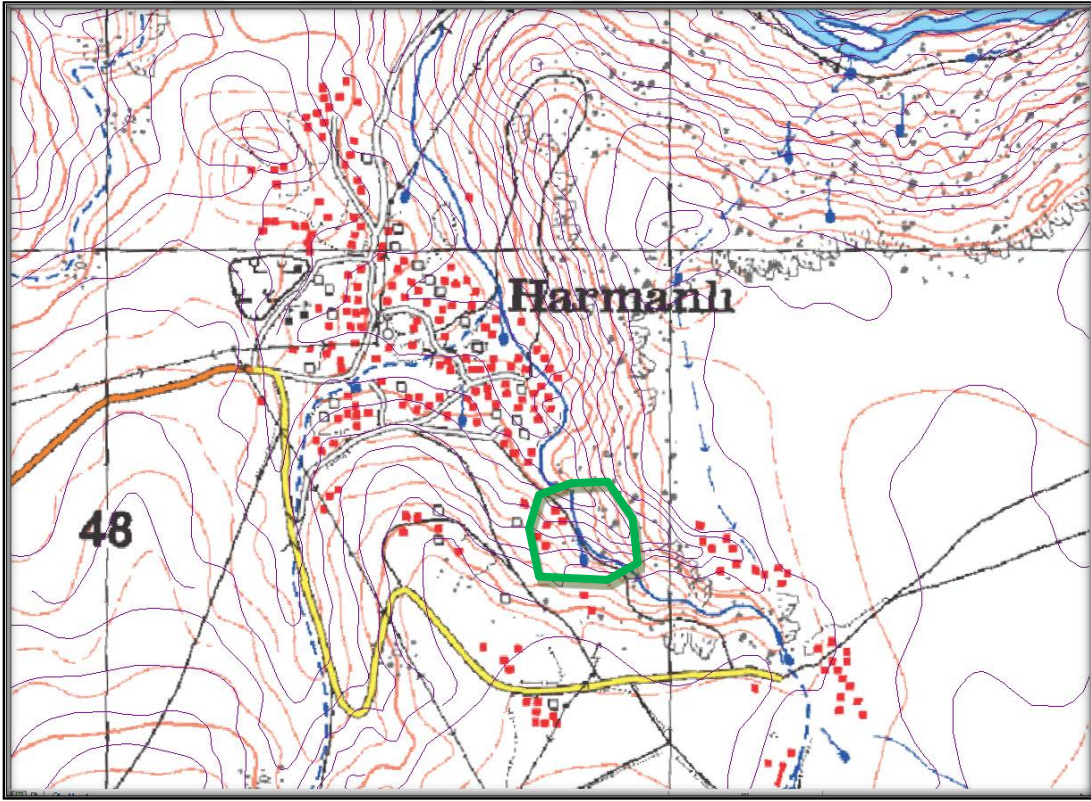
### 4.1. Sayısal ve Sayısal Olmayan 1/25000' lik Paftaların İncelenmesi

Kars İli örneğinde Duyarlılık Analiz Haritalarının yapımında altlık olarak genelde kullanılan Sayısal Yükseklik Modeli yapım aşamasında 1/25000' lik paftaların sayısalı kullanılmıştır. Bu sebepten dolayı bu paftalardan gelebilecek hatalar SYM bünyesinde diğer üretilen haritaların da altlığını teşkil etmektedir. CBS ortamında sayısal pafta ile sayısal olmayan paftanın aynı koordinat sisteminde açılmasına rağmen aynı iki pafta arasında kayıklığın olduğu gözlemlenmiştir. Sayısal olmayan ve .tif uzantısında olan paftanın WGS84 Koordinat sisteminde olması, sayısal olan aynı paftanın ED50-UTM-38 koordinatlarında olmasından dolayı aynı koordinat sisteminde inceleyebilmek için sayısal olmayan paftada WGS84 sisteminden ED50-UTM-38 koordinat sistemine dönüştürülerek karşılaştırma işlemi yapılmıştır. SYM üretiminde sayısal olan pafta kullanıldığından ne tür hataların olabileceği belirlenmeye çalışılmıştır. Kars İli genelini kapsayan bütün paftaların sayısal ve sayısal olmayanların aynı koordinat sisteminde olduğu görülmüştür. Tablo 6' da bu herhangi bir seçilen pafta üzerinden gösterilmiştir.

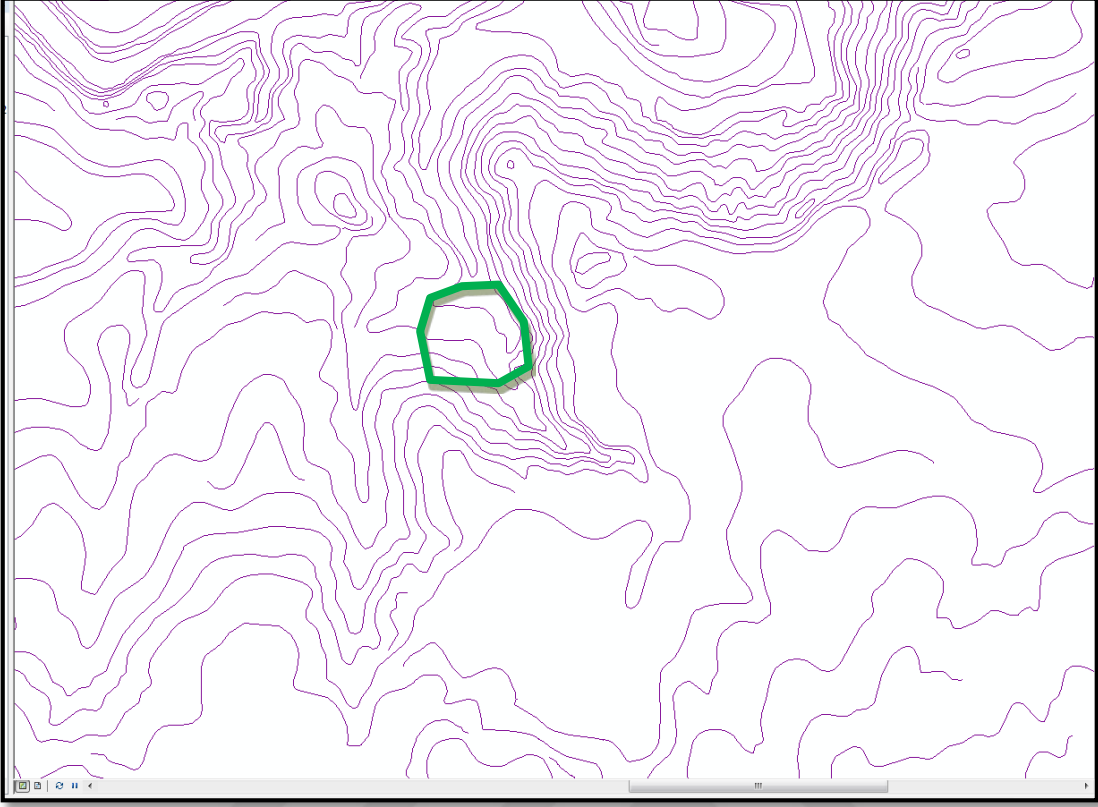
Tablo 6. G50D2 paftasının sayısal ve sayısal olmayan durumunun koordinat sistemi

<b>Pafta No</b>	<b>Sayısal Olmayan Pafta Koordinat Sistemi</b>	<b>Sayısal Olan Pafta Koordinat Sistemi</b>	<b>Çakıştırma İşlemindeki Ortak Koordinat Sistemi</b>
G50D2	WGS84	ED50-UTM-Zone-38N Datum: European-1950	ED50-UTM-Zone-38N Datum: European-1950

Aynı koordinat sisteminde birlikte açılan aynı paftanın sayısal ve sayısal olmayan durumu arasındaki farklılıklar Şekil 46' da açıkça ortaya koyulmuştur. Belirlenen alanların çoğunda bu farklılıklar arasında sabit bir değerin olmadığı sürekli değişen değerlerin olduğu gözlemlenmiştir. Buradaki önem derecesi arazide elimizde sayısal olmayan 1/25000' lik pafta ile Heyelan, Çığ Düşmesi, Kaya Düşmesi alanların pafta üzerine çizilmesi yada tespit edilmesi ve bunun CBS ortamında sayısal pafta üzerine açılan sayısal olmayan pafta üzerinden işaretlenerek envanter veri olarak girilmesidir. Bu şekilde yapılan çalışma ile aynı şekilde tüm paftaların Kars İli genelinde taranarak Duyarlılık Analiz Haritası için altlık envanter veri oluşturulmasındaki öneminden dolayı, paftanın gerçeğe yakın sayısallaştırılmış olması gerekmektedir. Fakat bu şekilde yapılan yanlışlar göz ardı edilerek yapılan SYM haritası birçok hata ile beraber üretilmiş ve diğer üretilen parametrelere de etki ettiği kaçınılmaz bir gerçektir.

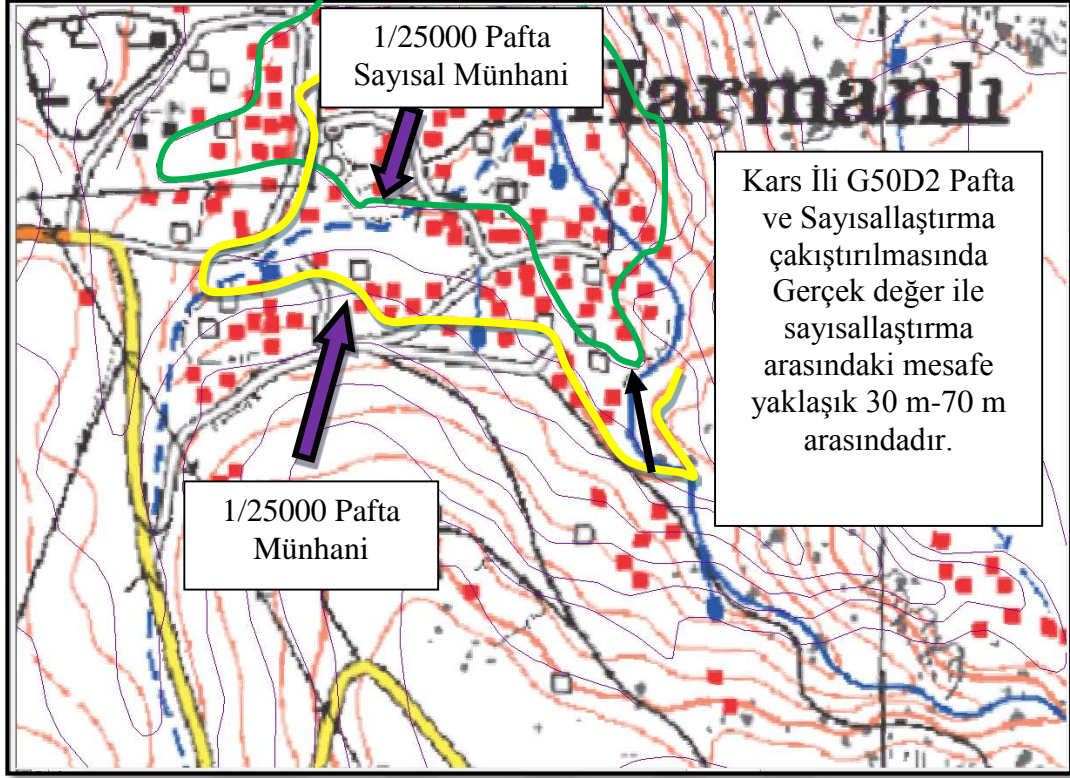


Şekil 44. Kars ili 1/25000 G50D2 paftası incelenen alan



Şekil 45. Kars ili 1/25000 G50D2 sayısallaştırılmış paftası incelenen alan

Sayısallaştırılmış 1/25000 lik paftalar ile mevcut pafta karşılaştırılıp incelendiğinde en düşük yaklaşık 30 m, en yüksek 70 m arasında değişen oranlarda farklılıkların olduğu gözlenmiştir. Şekil 46' da görüldüğü gibi farklılık ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Kullanılan paftaların tümünde yer yer çakışmalarında bu tür farklılıklara rastlanılmıştır. Genel anlamda Duyarlılık Analiz Haritaların oluşturulmasında altlık oluşturduğundan dolayı, bu sorun iler ki üretilen Eğim Haritası, Bakı Haritası ve Yükseklik Haritasının da bu şekilde hataları barındırarak sonuç ürüne etki edebileceği düşünülmektedir. Sonuç ürünlerin bu şekilde olması Bütünleşik Afet Risk Haritalarının kullanımının sınırlandırılmasına sebep olabilir.



Şekil 46. Kars ili 1/25000 D50D2 pafta ve sayısallaştırmanın karşılaştırılması

Sayısal ve Sayısal olmayan paftaların aynı koordinat sisteminde karşılaştırılmasına rağmen farklılıkların olduğu gözlemlendikten sonra, F50C4 paftası üzerinden sayısal ve sayısal olmayanları tek bir koordinat sisteminde ve dönüşümler yapılarak karşılaştırmasını sağladık. Buradaki amacımız sayısallaştırılmanın doğru yapıp yapılmadığının incelenmesi üzerine bir çalışma olarak belirledik.

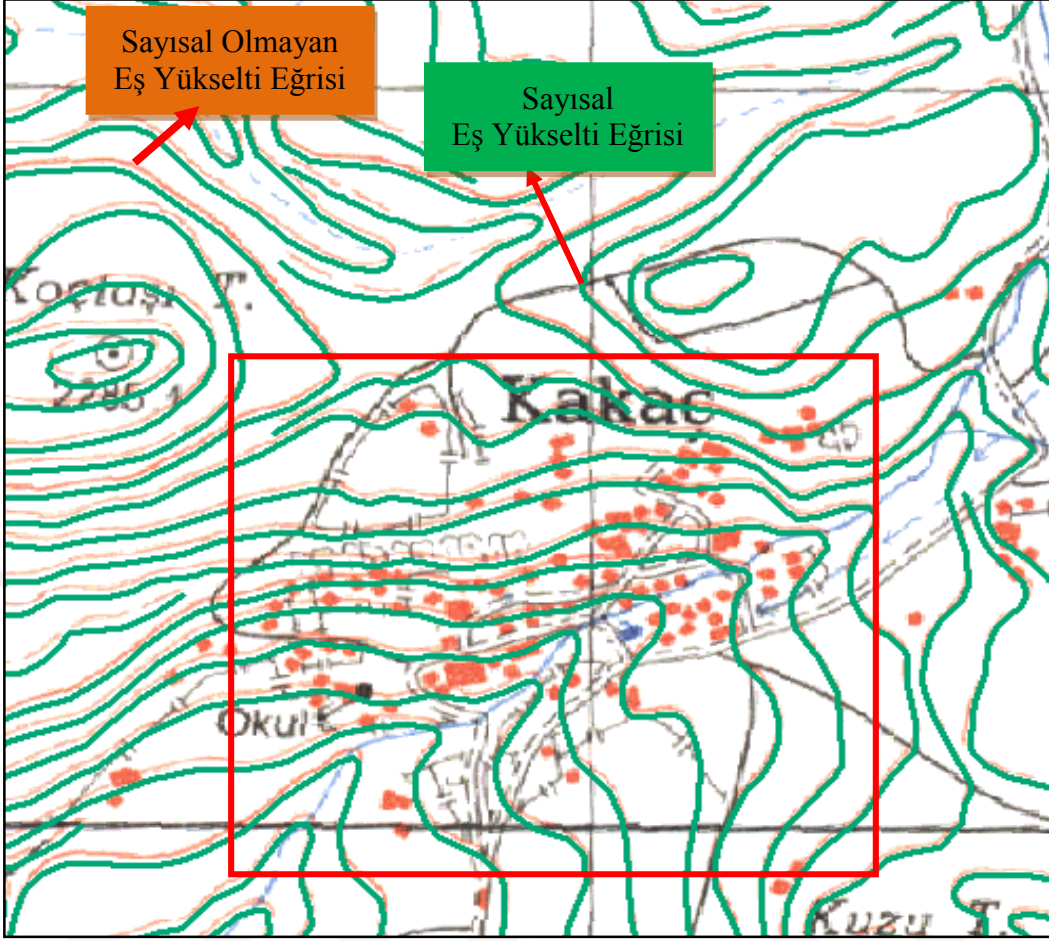
Yapılan çalışmada ortak koordinat sistemi ED50-UTM-38 Datum: European-1950 alınarak dönüşüm CBS ortamında sayısal olan paftanın durumu esas alınıp sayısal olmayan pafta bu duruma göre dönüşümü CBS ortamında ArcGIS programının Georeferencing yöntemi kullanılarak, dönüşüm pafta köşelerinden 4 noktadan yapılmış ve işlem tamamlanmıştır. Şekil 47' de ki görüldüğü gibi bir pafta elde edilmiştir. Bu F50C4 paftası kapsamlı şekilde incelenerek sayısallaştırmanın nasıl yapıldığı incelenmiştir.





Şekil 47. 1/25000' lik F50C4 paftasının sayısal olmayan ve sayısal durumunun dönüşüm yapılarak çakıştırılması

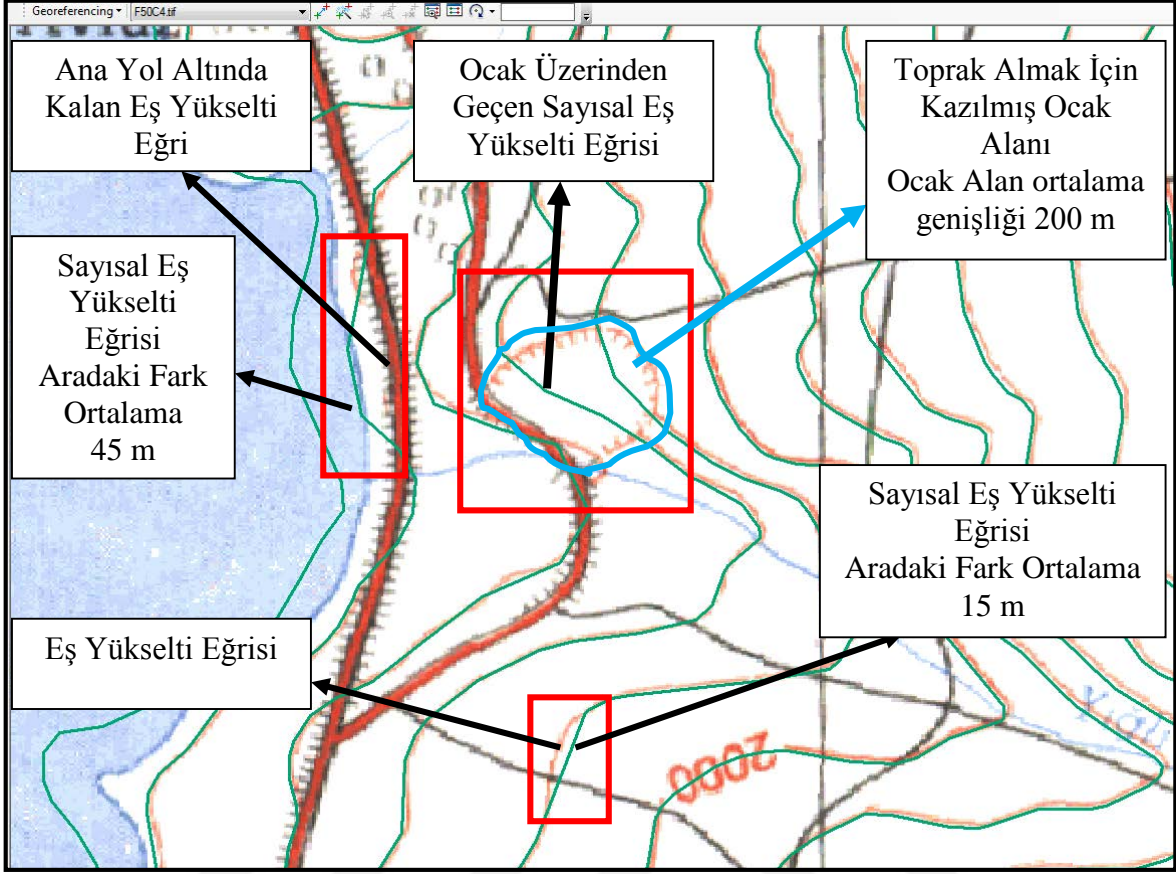
Yapılan incelemeler neticesinde; Eş yükselti eğrilerinin yerleşim yerlerinden Şekil 48' de ki gibi geçtiği, Şekil 49' da ki gibi bazı yerlerde eğrinin şeklinin önemsenmeden sayısallaştırma yapıldığı, bazı yerde kazı yapılan ocakların üzerinden eğriler geçirildiği gözlemlenmiştir.



Şekil 48. 1/25000' lik F50C4 pafta üzerindeki yerleşim yerlerinden geçen eş yükselti eğrileri

Dönüşüm yapılarak çakıştırılan F50C4 Paftası üzerindeki durum incelendiğinde, sayısal münhanilerin yerleşim yerlerinde bulunan binaların üzerinden geçtiği ve bunun tüm paftalarda aynı olduğu gözlemlenmiştir.

Bir diğer incelenen Şekil 49' da ki durum ise kazı yapılan ocak gibi alanlarda eş yükselti eğrisinin devam ettirilmiş olması bu tarz alanların dikkat edilmediği gözlemlenmiştir. Özellikle Heyelan Duyarlılık Analizi için önemli olan bu durumun göz önünde bulundurulmadığı anlaşılmıştır. Ayrıca eş yükselti eğrisi kimi yerlerde gerçek eğri değerine bağlı kalınmadan şekil bütünlüğü değiştirtmiş, düz bir çizgi ile geçilmiş ya da önemsenmediği anlaşılmıştır.



Şekil 49. 1/25000' lik F50C4 paftanın sayısal ve sayısal olmayan durumunun incelenmesi

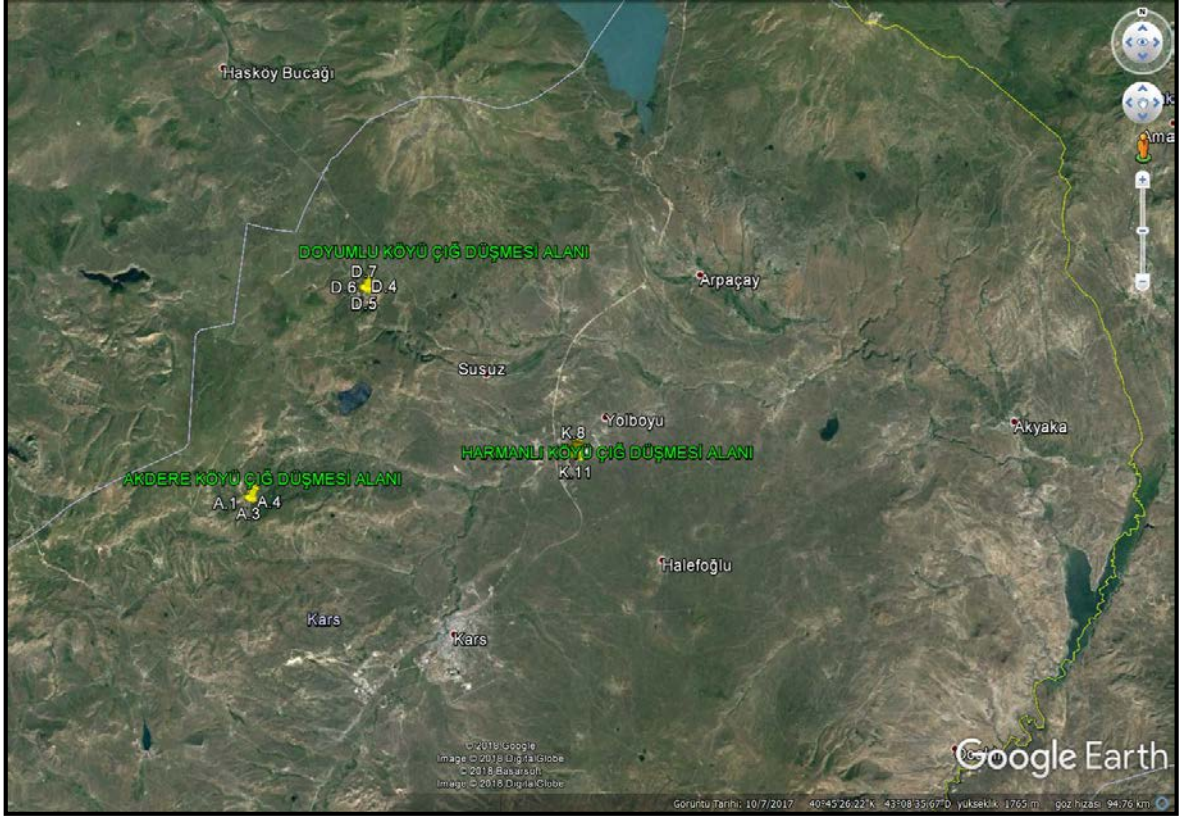
Yapılan incelemeler ile sayısallaştırmada eş yükselti eğrisinin pafta üzerindeki bilgilerin dikkat edilmeden sayısal hale getirildiği görülmüştür. Paftanın bütünü incelendiğinde eş yükselti eğrilerinin sayısal durumunda hataların olduğu gözlemlenmiştir. Hataların SYM haritası ile üretilen diğer parametrelerde devam edeceği anlaşılmıştır. Ortaya koymaya çalıştığımız bu incelemeler neticesinde birinci ve ikinci durumda SYM Haritası hatalar ile üretilmiştir. Arazi ve ofis çalışmasında yapılan müdahaleler bile bu hataların ortadan kaldırılması değil yanlışın üzerinden parametre üretilmesini sağlamıştır. İncelememizde 1/25000' lik paftaların arazideki durumu ise incelenmemiştir. Bu paftaların tamamen araziye doğru bir şekilde yansıttığı kabul edilerek bu durumlar CBS ortamındaki hatalar incelenerek ele alınmıştır.



## 4.2. ığ Düşmesi Duyarlılık Analiz Haritalarının İncelenmesi

ığ Düşmesi Duyarlılık Analiz Haritalarının üretilmesinde öncelikli olarak sayısal yükseklik haritasının oluşturulması ile başlanılmıştır. Yapılan çalışmanın ana esası SYM haritasının oluşturulması ve buna ek olarak Duyarlılık Analiz Haritasının oluşturan diğer parametrelerin CBS ortamında üretilmesidir. Üretim aşamasında daha önceden anlattığımız 1/25000' lik paftaların incelenmesi ele alındı. Bu kısımdan gelecek hataların dışında kullanılan verilerin ve üretilen ığ Düşmesi Duyarlılık Haritasının hangi aşamalarda gerçek arazi değerlerden uzaklaştıldığını inceledik. SYM Haritasından sonra üretilen diğer parametrelerden sonra veri girişı yapılacak ve Google Earth üzerinden yapılan düzeltmelerin aşama olarak ne tür hatalar barındırdığını ortaya koymaya çalıştık. Arazide önceden belirlediğimiz Kars İli sınırları içerisinde bulunan Akdere Köyü, Doyumlu Köyü ve Harmanlı Köyünde yaptığımız CORS-TR ölçümler ile gerçek arazi değerlerini bir envanter verisi gibi düşünerek kullanmaya çalıştık. Belirlediğimiz alanlar gerçekte ığ Düşmesi Afeti olayının olduğu alanlardır. ığ Düşmesi Duyarlılık Analiz Haritasında incelememize konu olan kısım Arazi Kullanım, sahada toplanan envanterler ve arşiv araştırmaları sonucu belirlenen envanterlerin CBS ortamında kullanılması için Google Earth ortamından aktarımlarının yapılması durumu incelenmiştir. Saha envanter toplama ve Arazi kullanımı analiz aşamaları ile alakalı durumların tamamının Google Earth ortamında düzeltildiği yada yeniden bir ığ Düşmesi Envanteri oluşturulduğu gözlemlenmiştir. Bu sebepten dolayı CBS ortamında ve Saha çalışmaları ile yapılan envanter verilerinin düzeltilmesi, iptal edilmesi ve yeniden oluşturulması bizim Google Earth ortamındaki envanterin incelmemizi sağlamıştır. Buradaki amacımız, Kars İlinde önceden olmuş ığ Düşmesi Afete Maruz Bölge alanlarının Google Earth üzerinden işaretlenerek tekrar CBS ortamına aktarılması sürecidir. Bu süreçten sonra arazide belirlediğimiz 3 alanın, Google Earth üzerinde belirgin olan ve bu alanların 4 köşesini temsil eden noktalar alınarak, Google Earth üzerinden CBS ortamına aktarım yapılan bölgenin koordinatlarının karşılaştırılması sağlanarak inceleme tamamlanmaya çalışılmıştır. CBS ortamına belirlenen 3 alanın koordinatları ile aktarılması durumu ve bu alanların Google Earth' ün kullanımının incelenmesine olanak sağlamaktadır. ığ Düşmesi Duyarlılık Analiz Haritalarının yapımındaki envanter verinin kullanım aşaması Google Earth üzerinden aktarılan envanter verisidir. Bu saha gözlemlerinden ığ Düşmesi olup olmayacağına karar verip yeni envanterin çizilmesi ve olan envanter verisinin uzaktan gözlemlenerek düzeltilmesi ve bu işlemlerden sonra Google Earth üzerinden bu verilerin

CBS ortamına aktarılıp analize sokulması işleminin incelenmesi durumudur. Burada envanter verilerinin doğruluğu test edilmiştir.

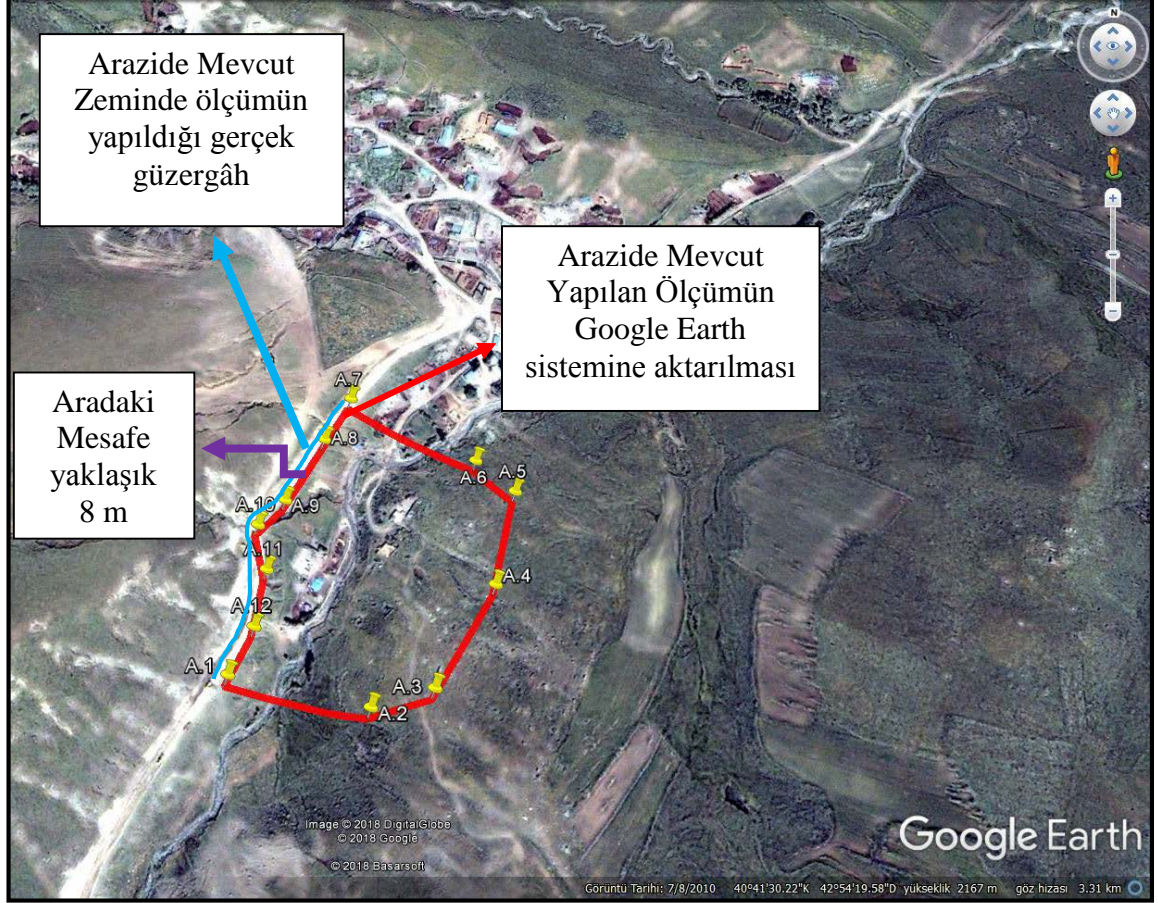


Şekil 50. Kars ili belirlenen çığ düşmesi alanları google earth görüntüsü

Çığ Düşmesi Duyarlılık Analiz Haritası yapımında belirlediğimiz Akdere Köyü, Doymulu Köyü ve Harmanlı Köylerindeki alanların koordinat sistemini CBS ortamında analiz yaptığımız ED50-UTM-38 dönüştürüp Google Earth sistemine aktarımı yapılmıştır. Yapılan bu aktarımdan sonra Şekil 51-52-53' de görüldüğü gibi mevcut zemindeki bizim için sabit olan bölgeler ile yaklaşık olarak karşılaştırma yapılmıştır ve bu karşılaştırma ile Google Earth üzerindeki bir envanterin düzenlenmesi ve CBS ortamına aktarılmasındaki hatalar ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Google Earth üzerinden arazide CORS-TR ölçümü yapılırken belirgin olan sınır tespit edilerek işaretlenmiştir. Bu bizim alanlarımızın aktarım yapıldığında yaklaşık kayma mesafesini göstermektedir.

Kars İli Merkez İlçesi Akdere Köyünde yaptığımız ölçümler esnasında, belirlediğimiz ve Google Earth üzerinde işaretlediğimiz güzergahların, ölçümü yapılan envanter verisinin

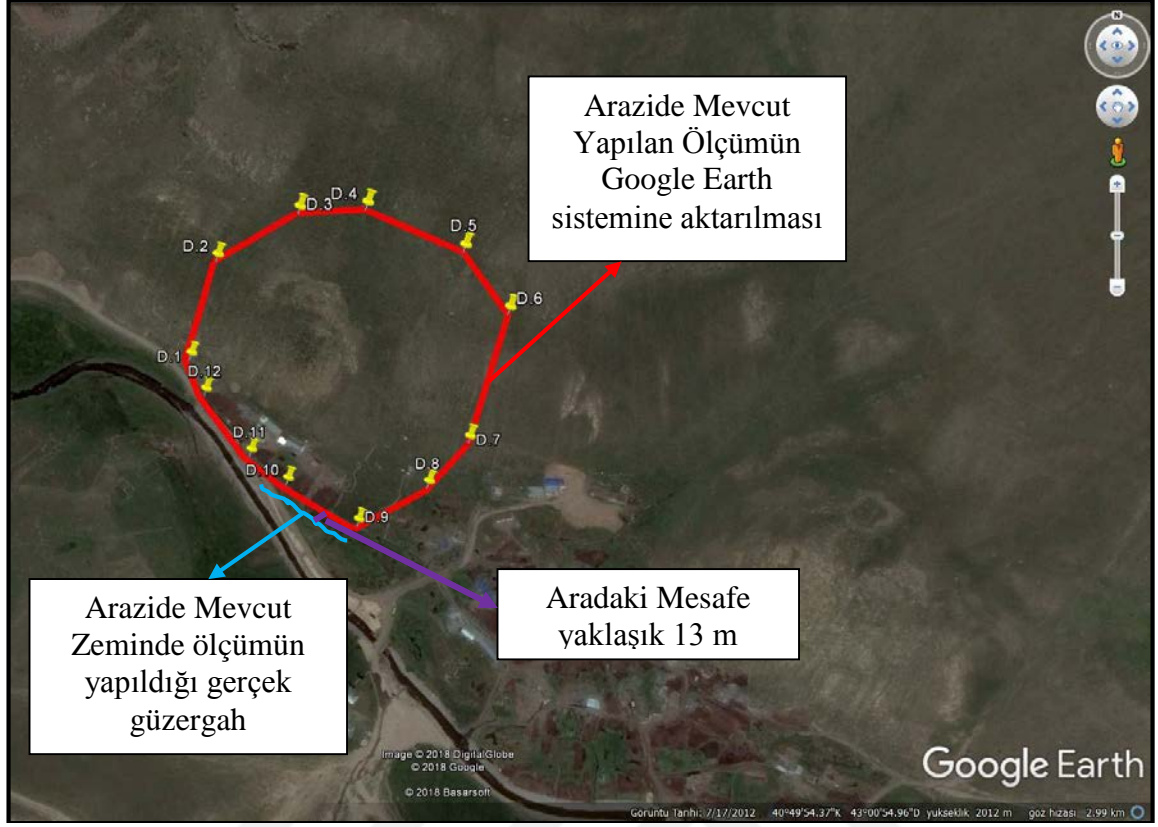
Google Earth ortamına aktarılması ile karşılaştırma yapılmış ve Şekil 51' de ki gibi sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil 51. Akdere köyü çığ düşmesi alanı google earth görüntüsü

Kars İli Susuz İlçesi Doyumlu Köyünde yaptığımız ölçümler esnasında, belirlediğimiz ve Google Earth üzerinde işaretlediğimiz güzergahların, ölçümü yapılan envanter verisinin Google Earth ortamına aktarılması ile karşılaştırma yapılmış ve Şekil 52' de ki gibi sonuçlar elde edilmiştir.





Şekil 52. Doyumlu köyü çığ düşmesi alanı google earth görüntüsü

Kars İli Susuz İlçesi Harmanlı Köyünde yaptığımız ölçümler esnasında, belirlediğimiz ve Google Earth üzerinde işaretlediğimiz güzergahların, ölçümü yapılan envanter verisinin Google Earth ortamına aktarılması ile karşılaştırma yapılmış ve Şekil 53' de ki gibi sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil 53. Harmanlı köyü çığ düşmesi alanı google earth görüntüsü

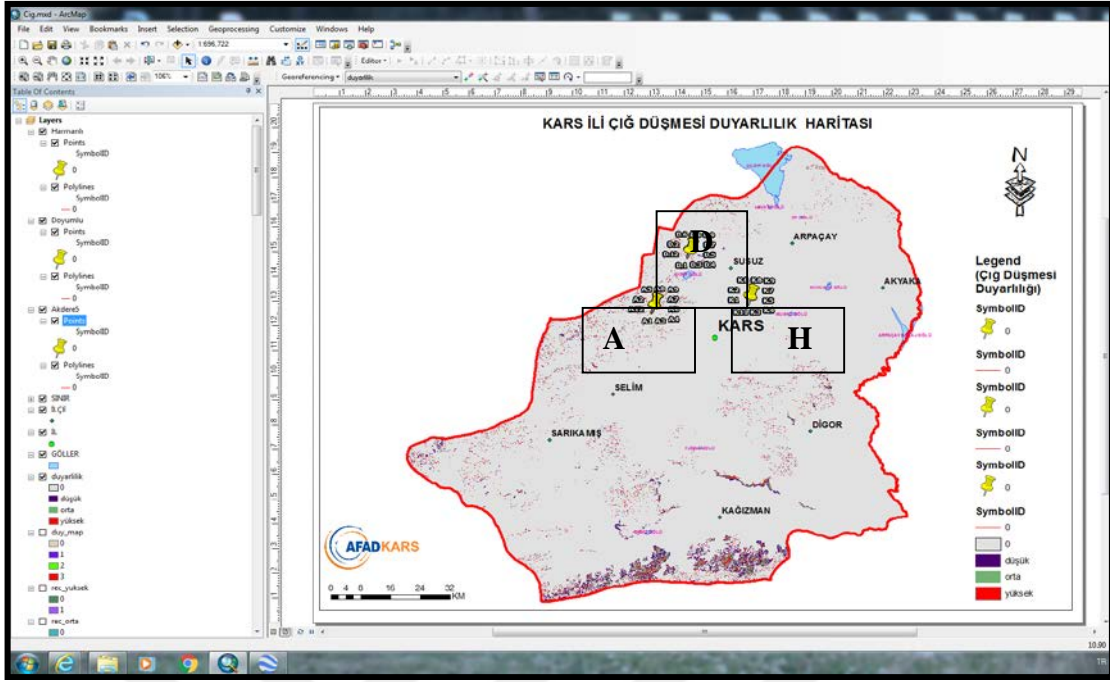
Yapılan çalışmada görüldüğü gibi mevcut zeminde ölçtüğümüz değerlerin Google Earth sistemine aktarılmasındaki farkların birbirine yakın olmadığı değişkenlik gösterdiği anlaşılmıştır. Belirli bir yön ve durumda kayıklık olması belki çalışmamızın düzeltilmesine ve tekrar yapılmasını sağlayacaktır. Fakat ölçümlerin ve Google Earth görüntüsü üzerinde işaretlediğimiz güzergâh ile gerçek arasındaki yaklaşık mesafeler bize hataların sürekli ve düzensiz olarak Çığ Duyarlılık Haritalarında devam ettiğini göstermektedir. Bu durumda yapılması gereken Google Earth görüntülerinin kullanımına daha az müracaat edilmesi gerekmektedir. Bunun dışında bölgesel olarak kayıklıkların tespit edilip düzeltme işlemine yardımcı hale getirilmelidir. Çığ Düşmesi Duyarlılık Analiz Haritalarının yapımında gelen olarak uzaktan afetin olduğu alanın gözlemlenmesi, ya da Google Earth üzerinden karar verilmesi durumunda ne tür hataların çizim esnasında gelebileceği test edilmiş oldu.

#### **4.2.1. ığ Düşmesi Duyarlılık Analiz Haritalarının Koordinatlarının İncelenmesi**

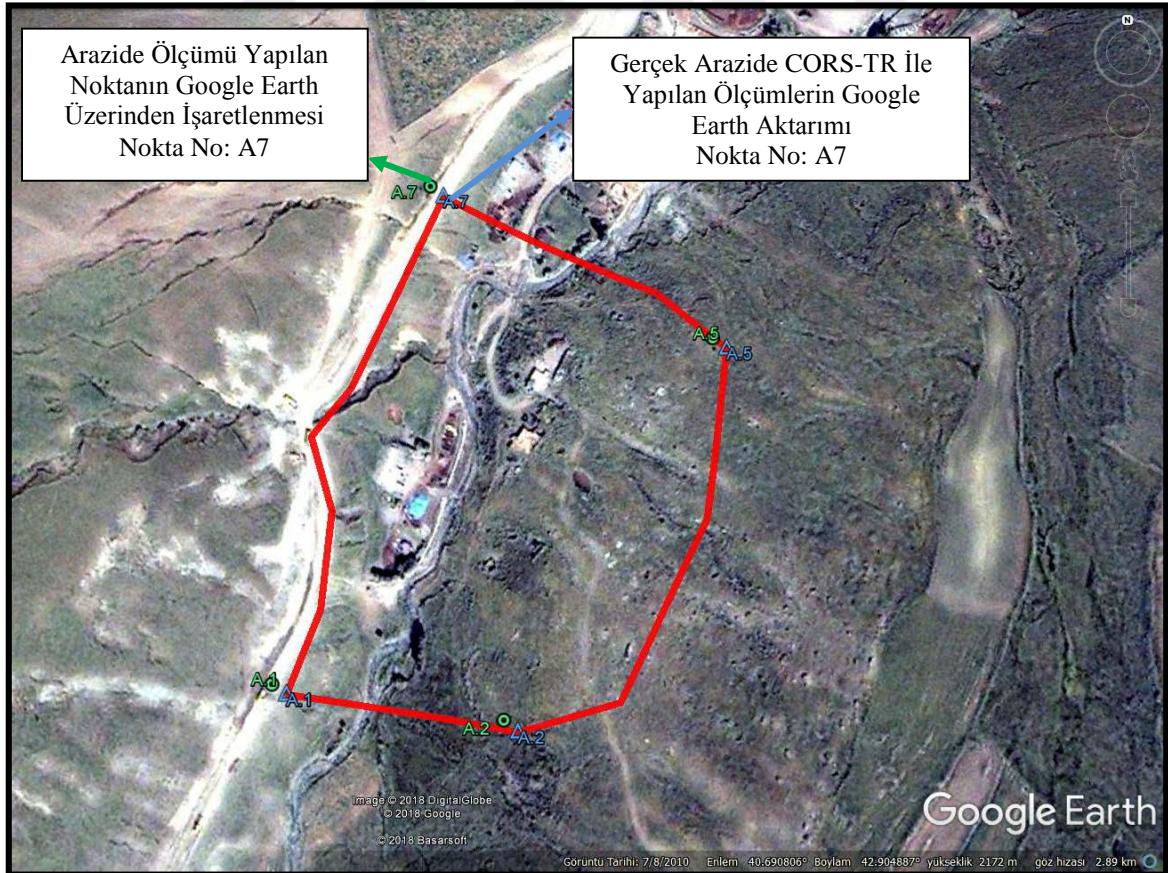
Kars ili Örneğinde yapılan arazi ölçümlerinden sonra kullanılacak verilerin, CBS ortamına aktarıldıktan sonra analizlere sokulmaları ve bundan çıkacak ürünlerin nokta bazlı değerlendirilmesi yapılmaya çalışılmıştır. Yapılan çalışmada Mevcut zeminde alınan koordinatların ve CBS ortamına aktarılan koordinatların karşılaştırılması yapılmıştır. Bu işlem yapılırken öncelikle arazide Google Earth üzerinden ölçüm yapılan alanın Google Earth görüntüsü üzerinde de görülecek şekilde her bir alan için 4 noktanın işaretlenmesi sağlanmıştır. Akdere Köyü (A), Doyumlu Köyü (D) ve Harmanlı Köyü (H) alanları için ayrı ayrı işaretlenen bu 4 nokta CBS ortamına her bir alan için ayrı ayrı aktarılmış ve bu noktalar arazi ölçümleri ile direk aktarılan CBS ortamındaki daha önceden ığ Düşmesi Duyarlılık Analiz Haritası belirlenen 3 alan ile karşılaştırılması yapılmıştır. Saha ölçümlerinde alınan 4 nokta ile aynı anda Google Earth ortamına işaretlenen aynı noktalar karşılaştırılması CBS ortamında aynı koordinat sisteminde yapıldı. Saha ölçümleri ile alınan 4 nokta CAD sisteminden ArcGIS sistemine, Google Earth ortamından alınan aynı 4 nokta ArcGIS programına aktarılarak karşılaştırmalar yapılmıştır. Bu şekilde envanter verilerinin koordinatları arasındaki farklar ile doğruluk dereceleri test edilmiş oldu.

ığ Düşmesi Duyarlılık Analiz Haritasının koordinatlarının incelenmesi bize birçok hatanın kendi içinde var olduğunu göstermiştir. Yapılan çalışmada karşılaştırdığımız noktaların saha ve Google Earth ortamında aynı anda yapılan ölçüm ve işaretlemeler bize hataların ne şekilde geldiğini göstermiştir. Elimizdeki veri ve gözlemlerimizin kesin doğruluğunu araştırmadan sadece envanter verisi toplamak yaptığımız bir çok çalışmada kullanılabilirliği sınırlandırmaktadır. Koordinat karşılaştırmaları CBS ortamında yapılmıştır.



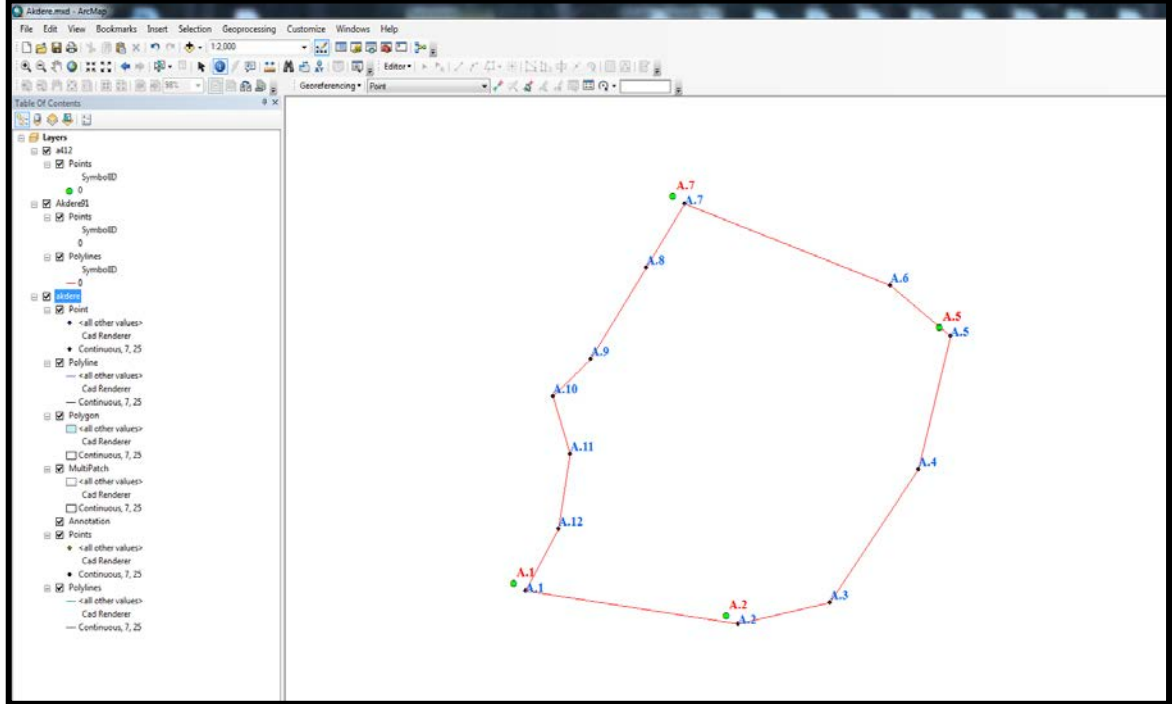


Şekil 54. Çığ düşmesi duyarlılık analizi seçilen 3 alanın CBS' ne aktarım görüntüsü



Şekil 55. Akdere köyü çığ düşmesi gerçek ölçüm değerleri ile arazide google earth üzerine işaretlenen 4 noktanın google earth ortamında karşılaştırılması

Kars İli Merkez İlçesi Akdere Köyü sınırları içerisinde meydana gelebilecek Çığ Düşmesi alanının (envanter) ölçümü esnasında zeminde Google Earth üzerinden görünebilecek 4 nokta seçilmiş ve bu noktaların hem CORS-TR üzerinden, hem de Google Earth ortamından koordinatları alınarak iki durumda Google Earth üzerine aktarım yapılarak incelendi.



Şekil 56. Akdere köyü çığ düşmesi gerçek ölçüm değerleri ile arazide google earth üzerine işaretlenen 4 noktanın CBS ortamında çakıştırılması

Çığ Düşmesi Duyarlılık Analiz Haritasının yapımında kullanılacak olan envanter verisinin güvenilirliği test edildi. Bu şekilde test edildikten sonra koordinatlar arasındaki farklar CBS ortamında her iki durumda aktarılarak incelendi.

Tablo 7. Akdere köyü çığ düşmesi CBS ortamında 4 noktanın koordinatlarının karşılaştırılması

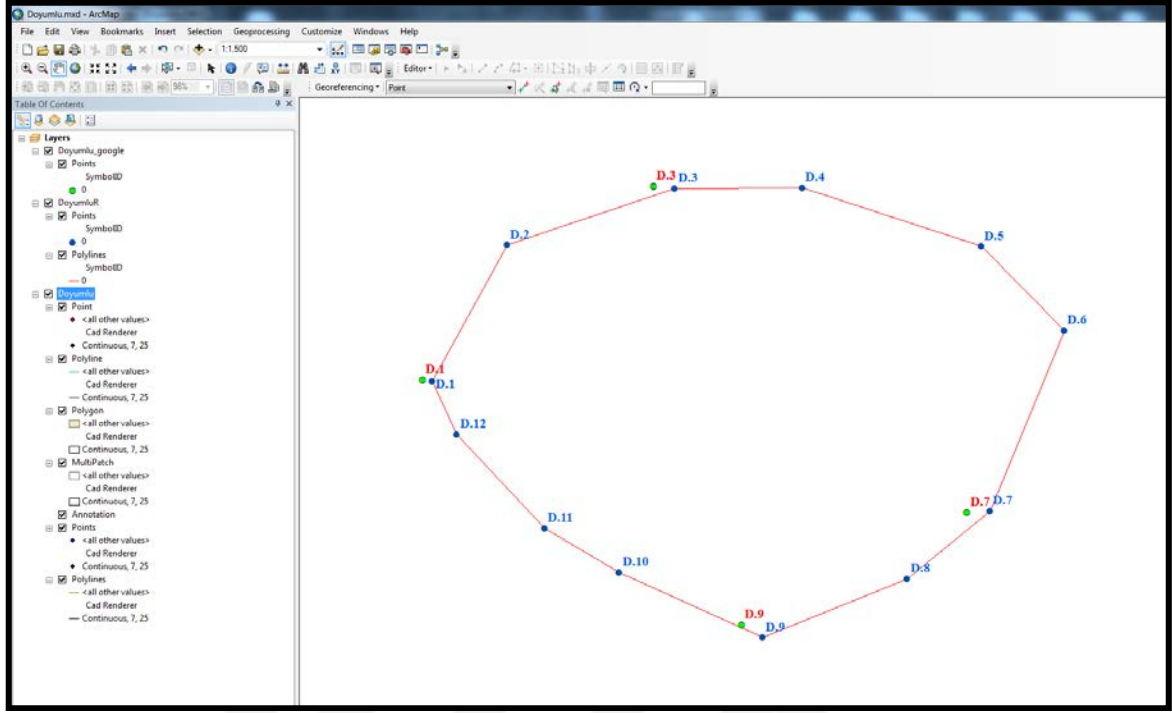
Seçilen Alan	Nokta No	Sahada Ölçülen Nokta Koordinatları (metre)		Google Earth Üzerine İşaretlenen Nokta Koordinatları (metre)		FARK (metre)	
		X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)
1							
AKDERE	A.1	4506584.003	322897.350	4506589.362	322890.330	-5.359	7.02
	A.2	4506557.624	323021.164	4506563.582	323014.448	-5.958	6.716
	A.5	4506761.239	323151.031	4506767.482	323144.748	-6.243	6.283
	A.7	4506859.990	322997.312	4506865.412	322990.489	-5.422	6.823



Şekil 57. Doyumlu köyü çığ düşmesi gerçek ölçüm değerleri ile arazide google earth üzerine işaretlenen 4 noktanın google earth ortamında karşılaştırılması

Kars İli Susuz İlçesi Doyumlu Köyü sınırları içerisinde meydana gelebilecek Çığ Düşmesi alanının (envanter) ölçümü esnasında zeminde Google Earth üzerinden görünebilecek 4 nokta seçilmiş ve bu noktaların hem CORS-TR üzerinden, hem de Google Earth ortamından koordinatları alınarak iki durumda Google Earth üzerine aktarım yapılarak incelendi.



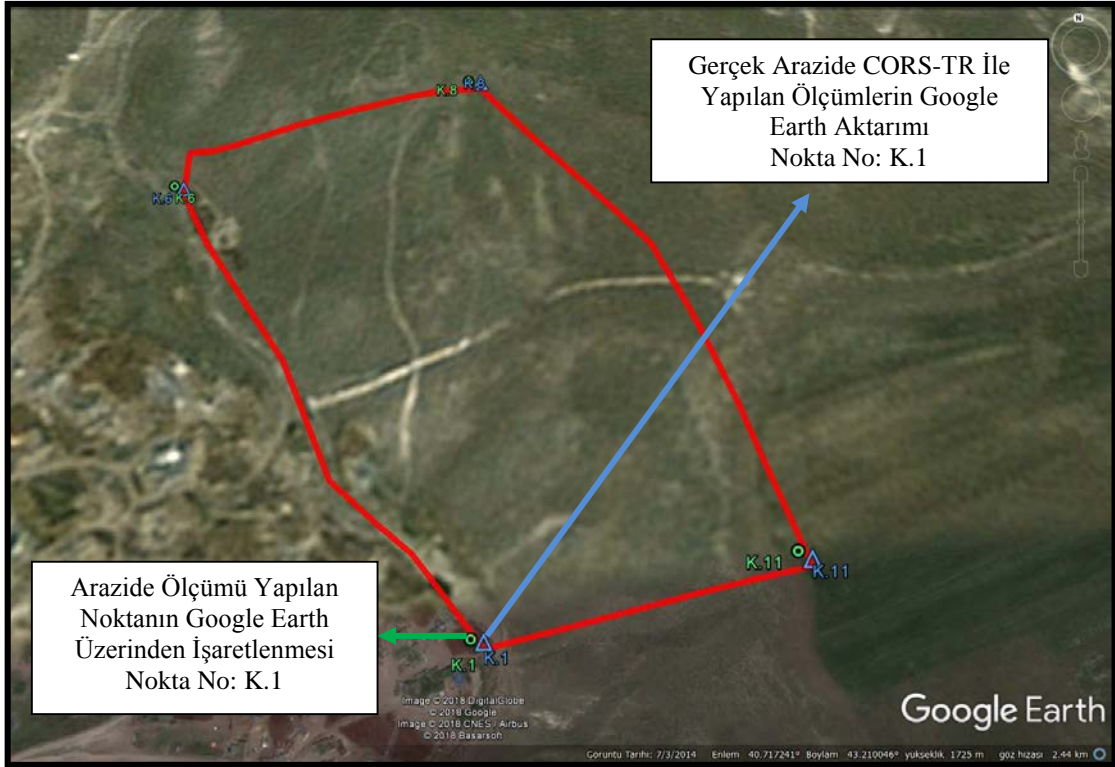


Şekil 58. Doymulu köyü çığ düşmesi gerçek ölçüm değerleri ile arazide google earth üzerine işaretlenen 4 noktanın CBS ortamında karşılaştırılması

Çığ Düşmesi Duyarlılık Analiz Haritasının yapımında kullanılacak olan envanter verisinin güvenilirliği test edildi. Bu şekilde test edildikten sonra koordinatlar arasındaki farklar CBS ortamında her iki durumda aktarılarak incelendi.

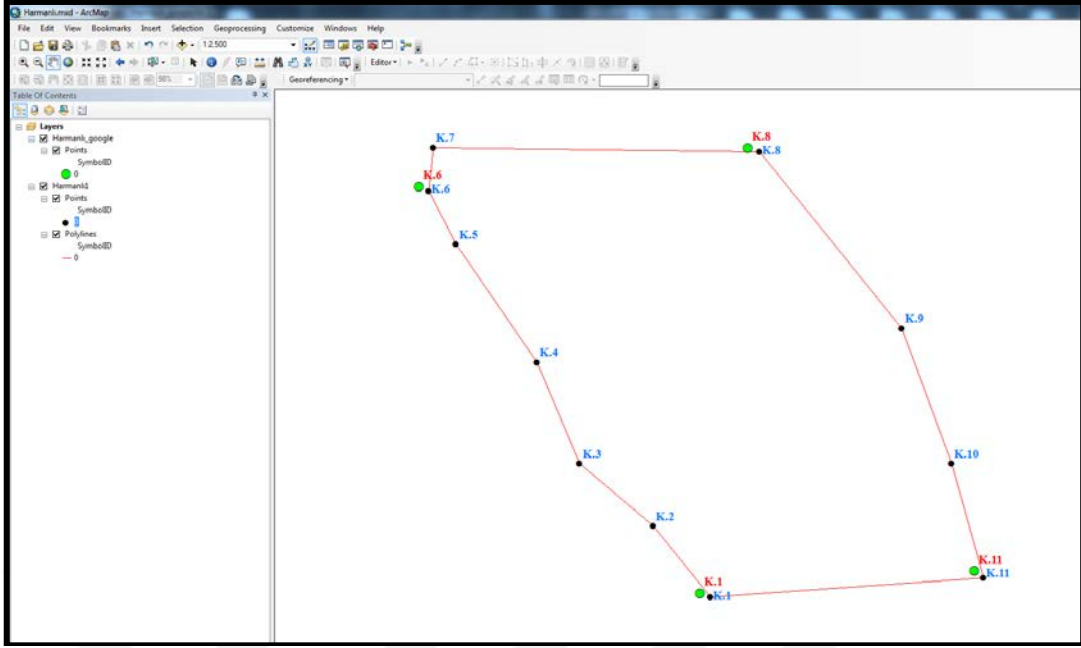
Tablo 8. Doymulu köyü çığ düşmesi CBS ortamında 4 noktanın koordinatlarının karşılaştırılması

Seçilen Alan	Nokta No	Sahada Ölçülen Nokta Koordinatları (metre)		Google Earth Üzerine İşaretlenen Nokta Koordinatları (metre)		FARK (metre)	
		X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)
DOYUMLU	D.1	4522203.791	332443.756	4522204.512	332439.723	-0.721	4.033
	D.3	4522307.197	332547.334	4522308.672	332538.483	-1.475	8.851
	D.7	4522127.237	332674.729	4522126.372	332665.144	-0.865	9.585
	D.9	4522059.772	332578.235	4522066.762	332569.657	-6.990	8.578



Şekil 59. Harmanlı köyü çığ düşmesi gerçek ölçüm değerleri ile arazide google earth üzerine işaretlenen 4 noktanın google earth ortamında karşılaştırılması

Kars İli Susuz İlçesi Harmanlı Köyü sınırları içerisinde meydana gelebilecek Çığ Düşmesi alanının (envanter) ölçümü esnasında zeminde Google Earth üzerinden görünebilecek 4 nokta seçilmiş ve bu noktaların hem CORS-TR üzerinden, hem de Google Earth ortamından koordinatları alınarak iki durumda Google Earth üzerine aktarım yapılarak incelendi.



Şekil 60. Harmanlı köyü çığ düşmesi gerçek ölçüm değerleri ile arazide google earth üzerine işaretlenen 4 noktanın CBS ortamında karşılaştırılması

Çığ Düşmesi Duyarlılık Analiz Haritasının yapımında kullanılacak olan envanter verisinin güvenilirliği test edildi. Bu şekilde test edildikten sonra koordinatlar arasındaki farklar CBS ortamında her iki durumda aktarılarak incelendi.

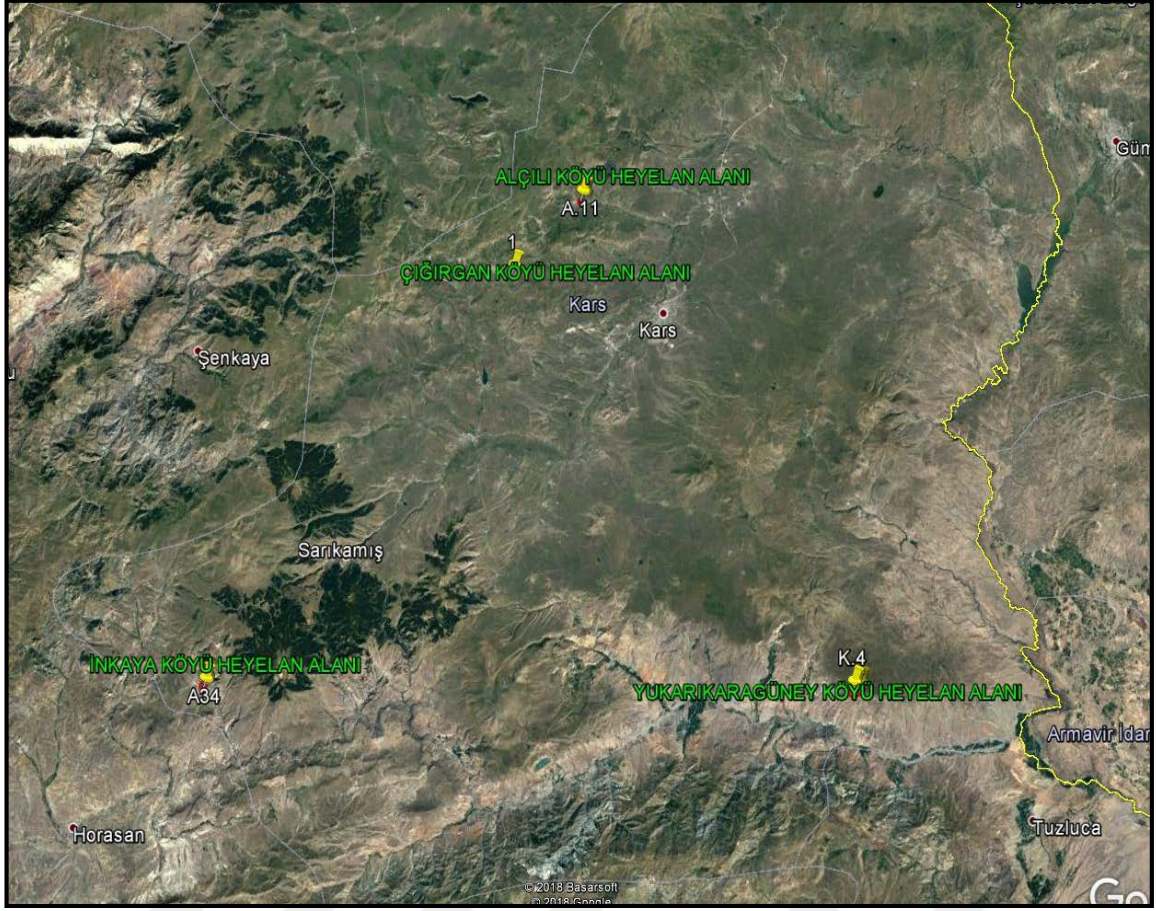
Tablo 9. Harmanlı köyü çığ düşmesi CBS ortamında 4 noktanın koordinatlarının karşılaştırılması

Seçilen Alan	Nokta No	Sahada Ölçülen Nokta Koordinatları (metre)		Google Earth Üzerine İşaretlenen Nokta Koordinatları (metre)		FARK (metre)	
		X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)
HARMANLI	K.1	4508898.217	348818.115	4508902.022	348810.431	-	7.684
	K.6	4509305.773	348613.408	4509310.442	348606.165	-	7.243
	K.8	4509340.244	348864.369	4509343.732	348855.700	-	8.669
	K.11	4508913.083	349025.210	4508919.842	349018.479	-	6.731



### 4.3. Heyelan Duyarlılık Analiz Haritalarının İncelenmesi

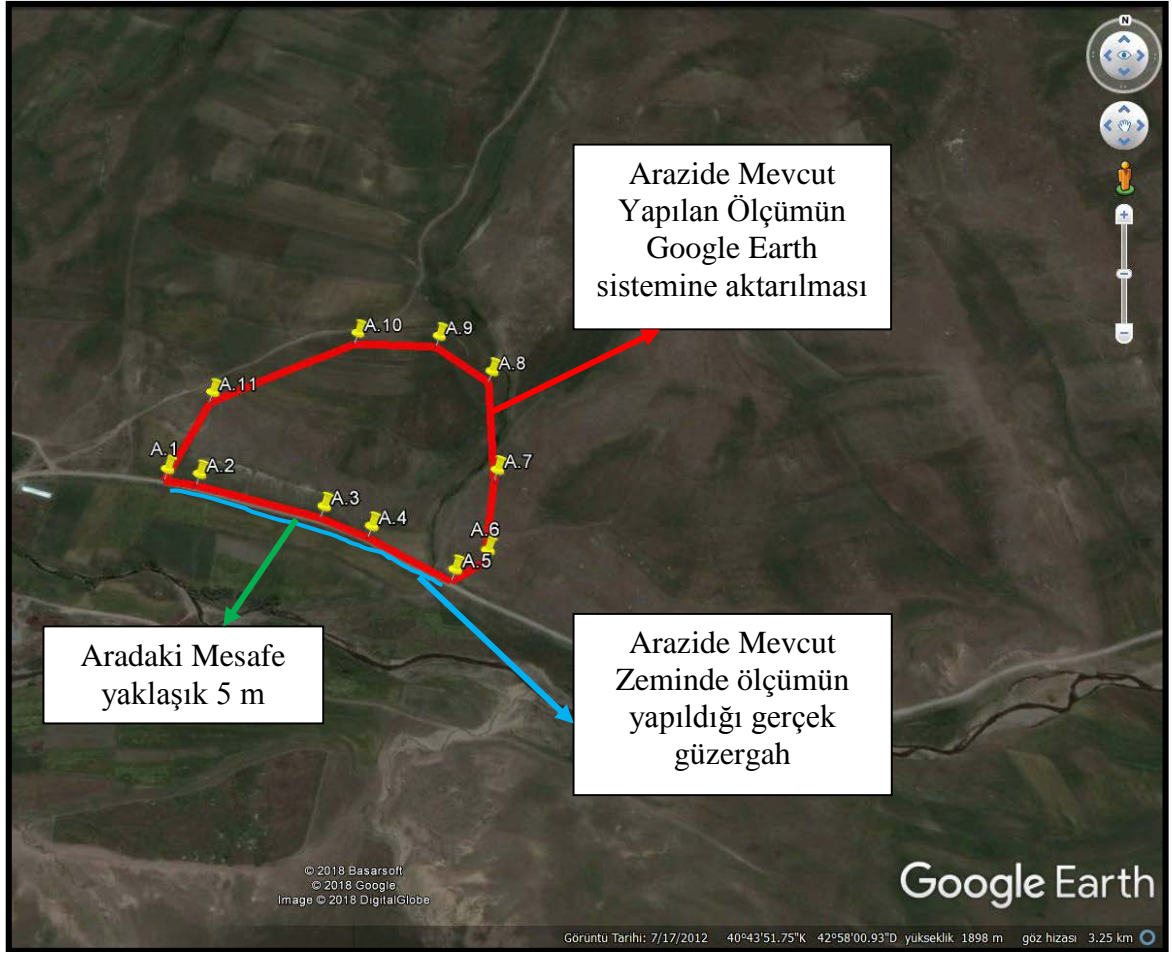
Heyelan Duyarlılık Analiz Haritalarının üretilmesinde öncelikli olarak sayısal yükseklik haritasının oluşturulması ile başlanılmıştır. Arazide önceden belirlediğimiz Kars İli sınırları içerisinde bulunan Alçılı Köyü, Çığırın Köyü, İnkaya Köyü ve Yukarıkaragüney Köyünde yaptığımız CORS-TR ölçümler ile gerçek arazi değerlerini bir envanter verisi gibi düşünerek kullanmaya çalıştık. Belirlediğimiz alanlar gerçekte Heyelan Afeti olayının olduğu yerlerdir. Heyelan Duyarlılık Analiz Haritasında yapılan aşamalarda incelenecek kısım SYM haritasının üretiminden sonra MTA (Maden Teknik Arama) envanter verilerinin CBS ortamında bu bölgelerin belirlendikten sonra Google Earth ortamına aktarılıp bu alanlarda Heyelan alanlarının (envanter) uydu görüntüsü incelenerek envanter şeklinin değiştirilip yada düzeltilmesidir. Duyarlılık Analiz Haritasının ana altlığı MTA Heyelan envanterleri, daha önceden arşiv kayıtlarında var olan Heyelan envanterleri ve saha çalışması ile oluşturulmuş Heyelan envanterinden oluşturmaktadır. Bu veriler birer envanter gibi düşünülerek CBS ortamına aktarımları yapılmıştır. İşte bu aşamada bu aktarımın direk CBS ortamına yapılmadığı Google Earth üzerinden çalışma yapıldıktan sonra CBS ortamına aktarımı yapıldığı anlaşıldı ve bu sebepten dolayı envanter verilerinin bu aktarım sürecindeki durumu Heyelan Duyarlılık Analiz Haritası yapım aşamasında incelendi. Envanter inceleme aşamasında Kars İlinde önceden olmuş Heyelan Afete Maruz Bölge alanlarının Google Earth üzerinden işaretlenerek tekrar CBS ortamına aktarılması sürecidir. Bu süreçten sonra arazide belirlediğimiz 4 alanın, Google Earth üzerinde belirgin olan ve bu alanların 4 köşesini temsil eden noktalar alınarak, Google Earth üzerinden CBS ortamına aktarım yapılan bölgenin koordinatlarının karşılaştırılması sağlanarak inceleme tamamlanmaya çalışılmıştır. CBS ortamına belirlenen 4 alanın koordinatları ile aktarılması durumu ve bu alanların Google Earth'ün kullanımının incelenmesi yapıldı. Heyelan Duyarlılık Analiz Haritalarının yapım aşaması olan envanter verinin CBS ortamına aktarımı ve bu aktarımdan sonraki durumlarda incelemelerin saha ölçümleri yerine Google Earth ortamının ağırlıklı olarak kullanılması veri doğruluğunun test edilmesini sağlamıştır.



Şekil 61. Kars ili belirlenen heyelan alanları google earth görüntüsü

Heyelan Duyarlılık Analiz Haritası yapımında belirlediğimiz Alçılı Köyü, Çığırğan Köyü, İnkaya Köyü ve Yukarıkaragüney Köylerindeki alanların koordinat sistemini CBS ortamında analiz yaptığımız ED50-UTM-38 dönüştürüp Google Earth sistemine aktarımı yapılmıştır. Yapılan bu aktarımdan sonra Şekil 62-63-64-65' de görüldüğü gibi mevcut zemindeki bizim için sabit olan bölgeler ile yaklaşık olarak karşılaştırma yapılmıştır ve bu karşılaştırma ile Google Earth üzerindeki bir envanterin düzenlenmesi ve CBS ortamına aktarılmasındaki hatalar ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Google Earth üzerinden arazide CORS-TR ölçümü yapılırken belirgin olan sınır tespit edilerek işaretlenmiştir. Bu bizim alanlarımızın aktarım yapıldığında yaklaşık kayma mesafesini göstermektedir.

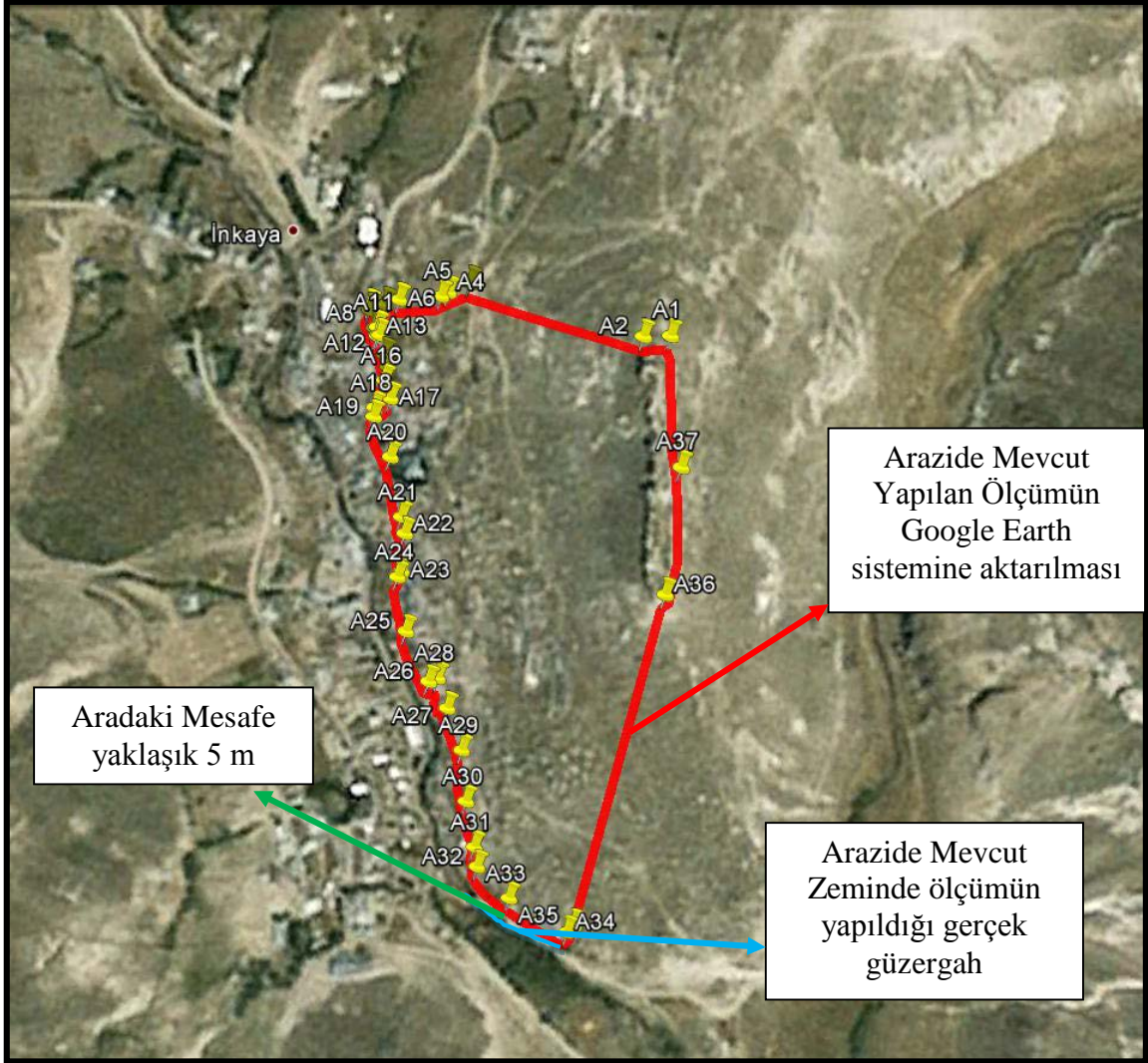
Kars İli Merkez İlçesi Alçılı Köyünde yaptığımız ölçümler esnasında, belirlediğimiz ve Google Earth üzerinde işaretlediğimiz güzergahların, ölçümü yapılan envanter verisinin Google Earth ortamına aktarılması ile karşılaştırma yapılmış ve Şekil 62' deki gibi sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil 62. Alçılı köyü heyelan alanı google earth görüntüsü

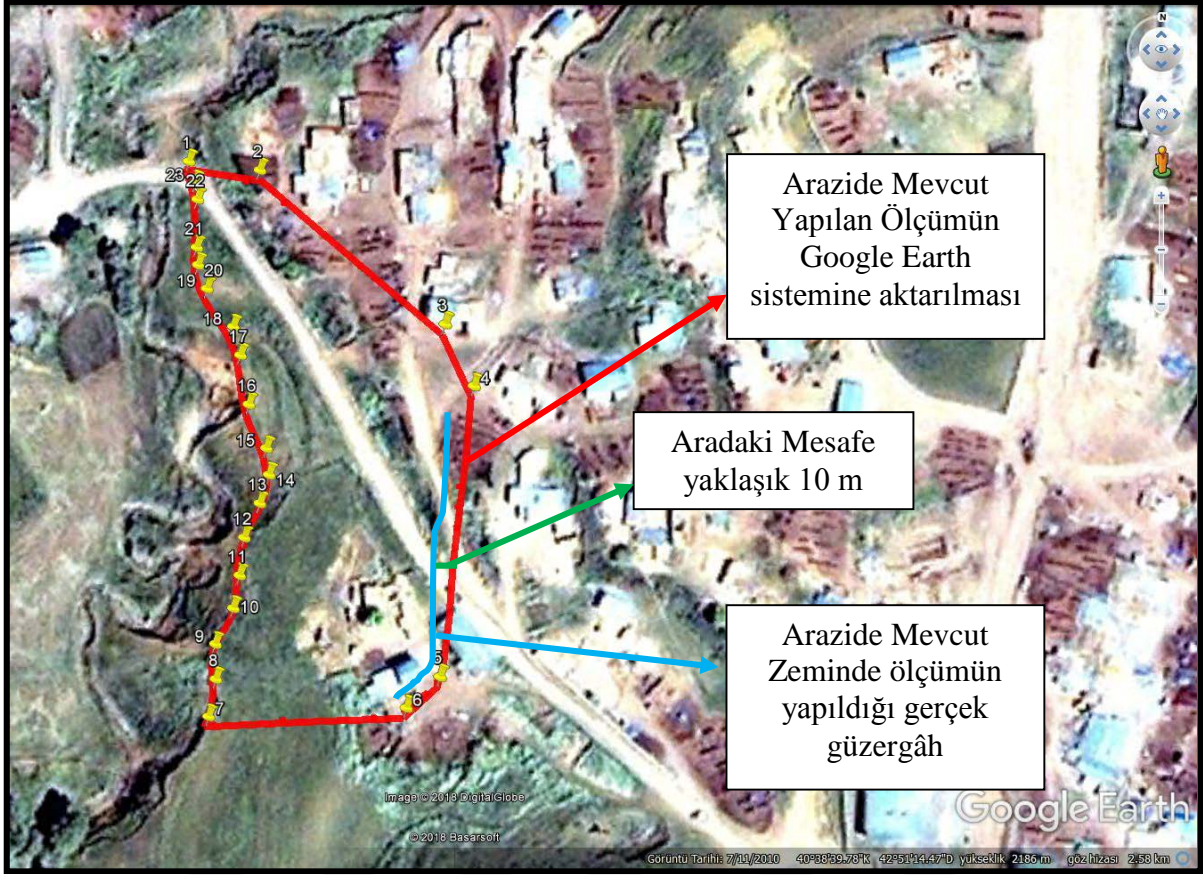
Kars İli Sarıkamış İlçesi İnkaya Köyünde yaptığımız ölçümler esnasında, belirlediğimiz ve Google Earth üzerinde işaretlediğimiz güzergahların, ölçümü yapılan envanter verisinin Google Earth ortamına aktarılması ile karşılaştırma yapılmış ve Şekil 63' de ki gibi sonuçlar elde edilmiştir.





Şekil 63. İnkaya köyü heyelan alanı google earth görüntüsü

Kars İli Merkez İlçesi Çığrgan Köyünde yaptığımız ölçümler esnasında, belirlediğimiz ve Google Earth üzerinde işaretlediğimiz güzergahların, ölçümü yapılan envanter verisinin Google Earth ortamına aktarılması ile karşılaştırma yapılmış ve Şekil 64' de ki gibi sonuçlar elde edilmiştir.

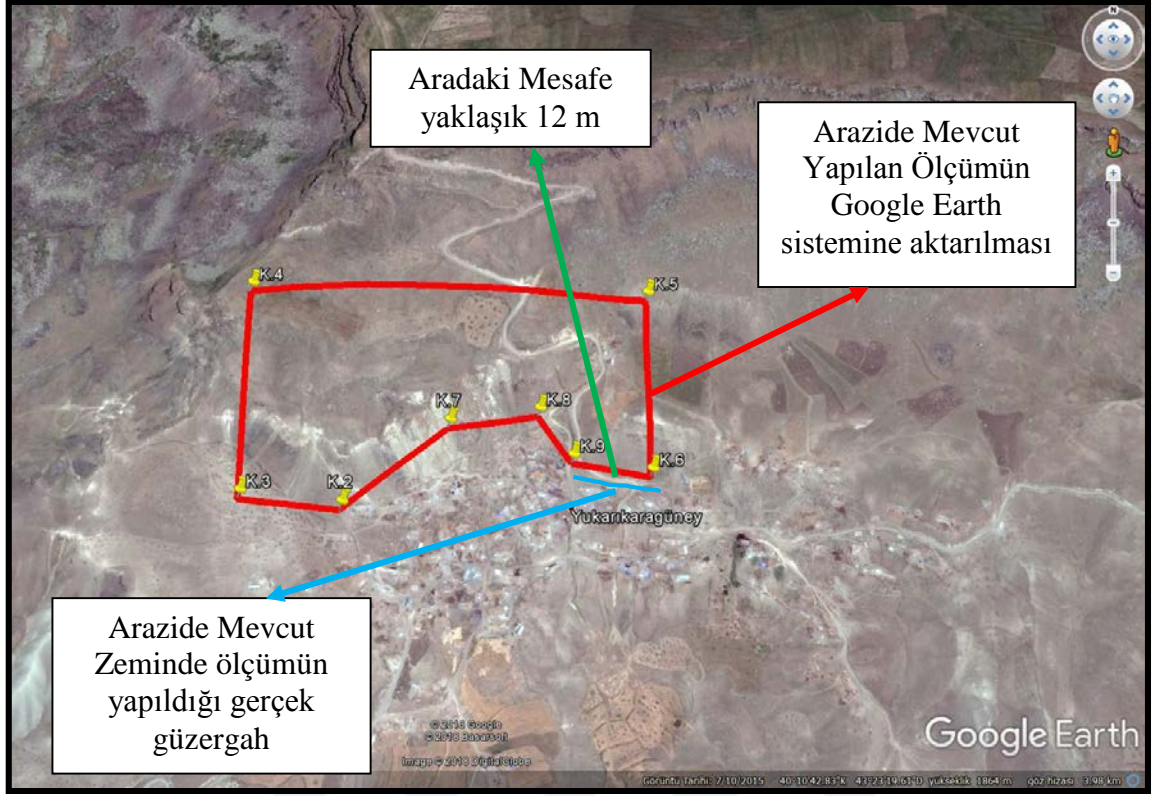


Şekil 64. Çığırın köyü heyelan alanı google earth görüntüsü

Heyelan Duyarlılık Analiz Haritalarının yapımında genel anlamda kullanılan envanterlerin saha çalışmalarında analizlerin yapımından önce gerekli müdahaleleri uzaktan ve Google Earth üzerinden incelenerek yapılması, gerçekten bu bölgenin doğru koordinatları gösterdiği varsayılarak yapılmaktadır. İşte bu sebeple yapılan çalışmalarda verinin önemi ortaya çıkmaktadır. Doğru yapılacak bir işlem dahi doğru sistem üzerinden gidilmediğinde bu tür hataların artarak üreteceğimiz çalışmaları etkileyeceği kaçınılmazdır.

Kars İli Kağızman İlçesi Yukarıkaragüney Köyünde yaptığımız ölçümler esnasında, belirlediğimiz ve Google Earth üzerinde işaretlediğimiz güzergahların, ölçümü yapılan envanter verisinin Google Earth ortamına aktarılması ile karşılaştırma yapılmış ve Şekil 65' de ki gibi sonuçlar elde edilmiştir.





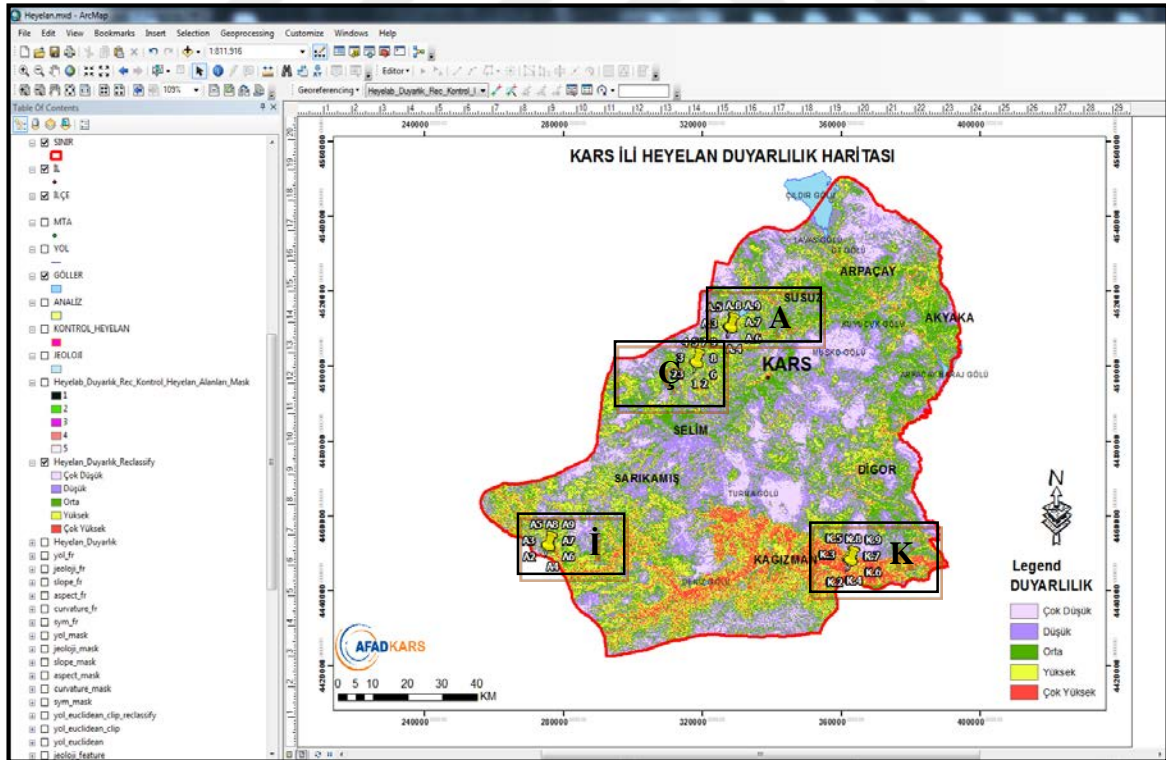
Şekil 65. Yukarıkaragüney köyü heyelan alanı google earth görüntüsü

Google Earth üzerinden gösterilen bu durumların saha ölçümlerinin aktarımı ile gerçekleştirilmiştir. Gerçekte sahada olan güzergâh ölçüm ile aynı anda işaretlenmiş ve yapacağımız irdilemede bizim çalışmamızın test edilmesini sağlamıştır. Çünkü sahada Google Earth üzerinden envanter verisi toplanırken güzergah şeklinde veri toplanıp, envanterin yani alanın çizildiği tespit edilmiştir. Bu durum bize birçok açıdan farkların eşit olmadığını değişkenlik gösterdiğini ortaya koymuştur. Heyelan Duyarlılık Analiz haritalarında genel olarak MTA Heyelan Envanterleri CBS ortamına aktarılmış, daha sonrada bu envanter verileri Google Earth ortamına CBS ortamından aktarılmış, Google Earth üzerinden bu envanterler incelenerek düzeltmeler yapıldığı görülmüştür. Bu duruma ek olarak saha ekipleri oluşturularak sahada bu envanterlerin durumları incelenerek düzeltmeler, eklemeler ve yeniden envanter verileri belirleme işlemleri Google Earth üzerinden yapılmıştır. İşte bu sebepten dolayı yapılan çalışmada oluşan yeni envanter verileri Google Earth ortamının gerçeği yansıttığı varsayılarak yapıldığı görülmüştür. Bu sebepten dolayı hatalar görmezden gelinmiş ve farklı alanların tespit edildiği düşünülmeden Duyarlılık Analizlerinde bu envanterler kullanılmıştır. Bu yapılan çalışma ile Heyelan envanterleri irdelenmiştir.

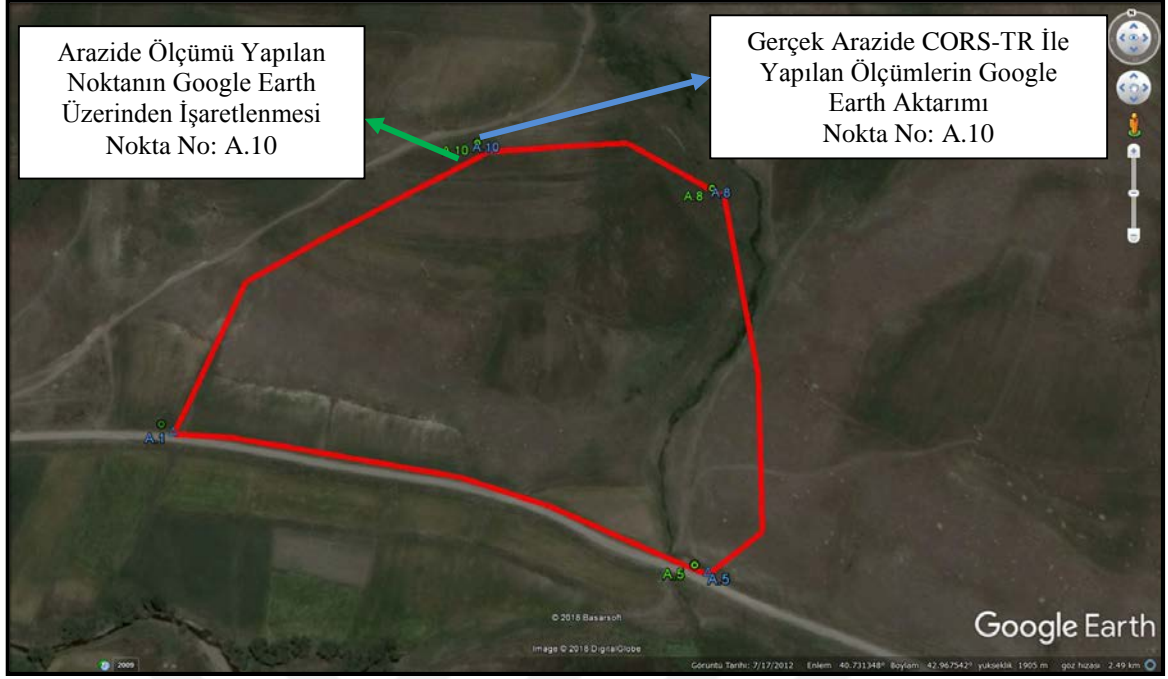


### 4.3.1. Heyelan Duyarlılık Analiz Haritalarının Koordinatlarının İncelenmesi

Kars ili Örneğinde yapılan arazi ölçümlerinden sonra kullanılacak verilerin, CBS ortamına aktarıldıktan sonra analizlere sokulmaları ve bundan çıkacak ürünlerin nokta bazlı değerlendirilmesi yapılmaya çalışılmıştır. Yapılan çalışmada Mevcut zeminde alınan koordinatların ve CBS ortamına aktarılan koordinatların karşılaştırılması yapılmıştır. Bu işlem yapılırken öncelikle arazide Google Earth üzerinden ölçüm yapılan alanın Google Earth görüntüsü üzerinde de görülecek şekilde her bir alan için 4 noktanın işaretlenmesi sağlanmıştır. Alıçılı Köyü (A), Çığırın Köyü (Ç), İnkaya Köyü (İ) ve Yukarıkaragüney Köyü (Y) alanları için ayrı ayrı işaretlenen bu 4 nokta CBS ortamına her bir alan için ayrı ayrı aktarılmış ve bu noktalar saha ölçümleri ile direkt aktarılan CBS ortamındaki daha önceden Google Earth ortamında belirlenen 4 nokta ile karşılaştırılması yapılmıştır. Yapılan çalışmada Saha ve Google Earth üzerinden aynı anda alınan 4 noktanın koordinatlarının incelenmesi ve irdelenmesi bize aradaki farkların test edilmesini sağlamıştır.

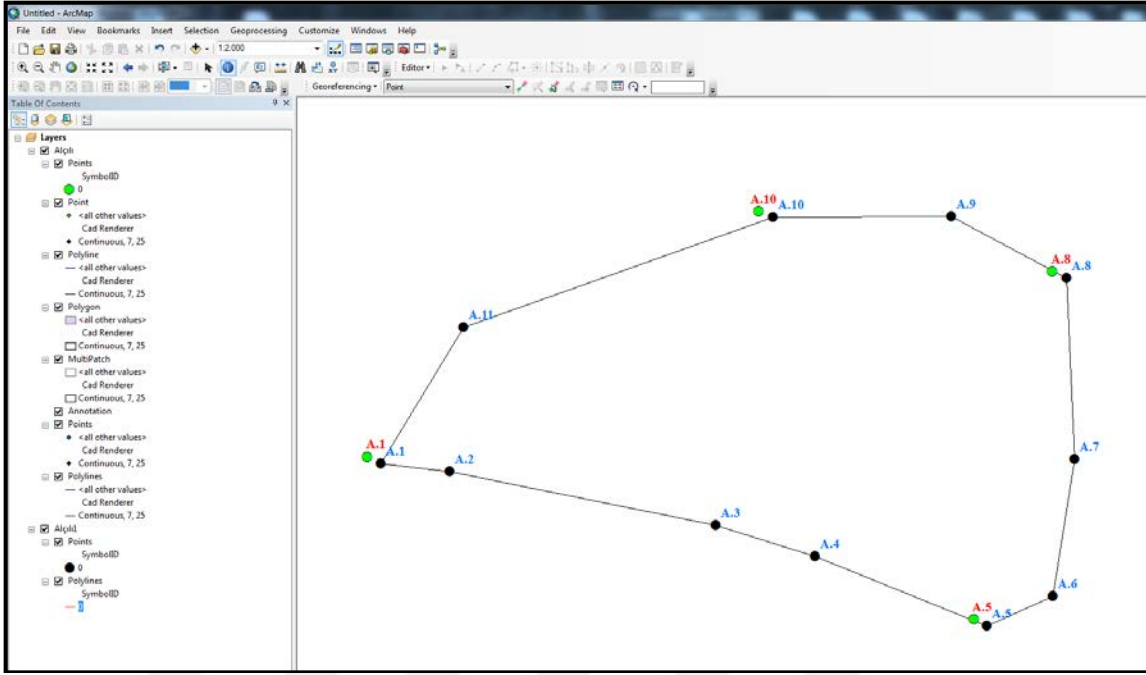


Şekil 66. Heyelan duyarlılık analizi seçilen 4 alanın CBS' ne aktarım görüntüsü



Şekil 67. Alçılı köyü heyelan gerçek ölçüm değerleri ile arazide google earth üzerine işaretlenen 4 noktanın google earth ortamında çakıştırılması

Kars İli Merkez İlçesi Alçılı Köyü sınırları içerisinde meydana gelebilecek Heyelan alanın (envanter) ölçümü esnasında zeminde Google Earth üzerinden görünebilecek 4 nokta seçilmiş ve bu noktaların hem CORS-TR üzerinden, hem de Google Earth ortamından koordinatları alınarak iki durumda Google Earth üzerine aktarım yapılarak incelendi.

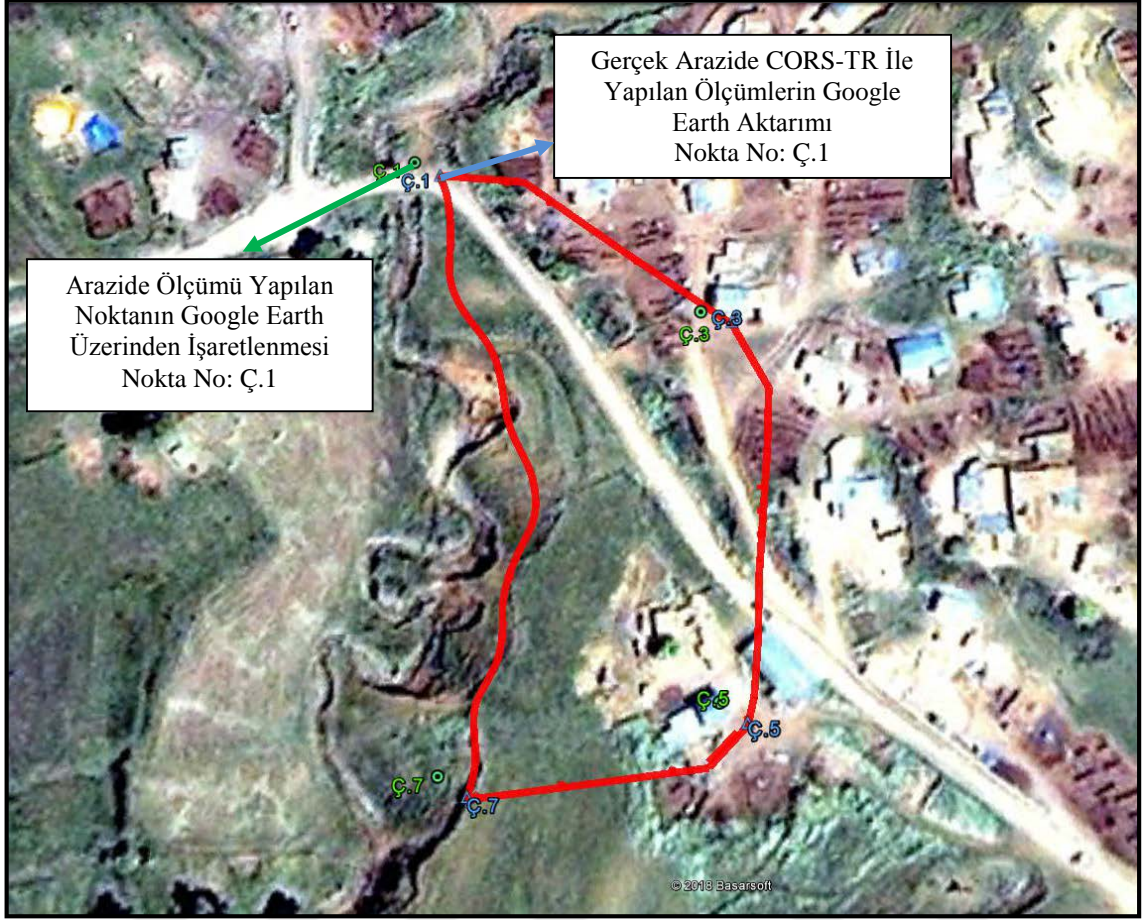


Şekil 68. Alçılı köyü heyelan gerçek ölçüm değerleri ile arazide google earth üzerine işaretlenen 4 noktanın cbs ortamında çakıştırılması

Heyelan Duyarlılık Analiz Haritasının yapımında kullanılacak olan envanter verisinin güvenilirliği test edildi. Bu şekilde test edildikten sonra koordinatlar arasındaki farklar CBS ortamında her iki durumda aktarılarak incelendi.

Tablo 10. Alçılı köyü heyelan CBS ortamında 4 noktanın koordinatlarının karşılaştırılması

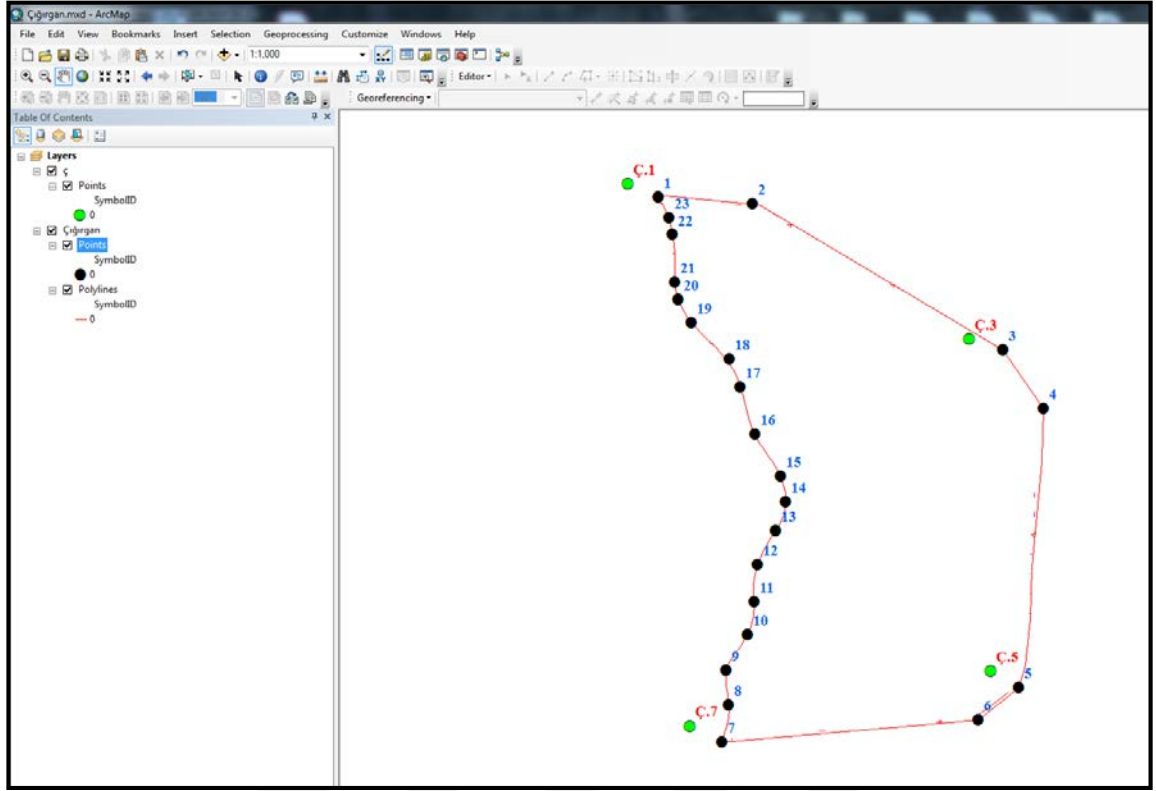
Seçilen Alan	Nokta No	Sahada Ölçülen Nokta Koordinatları (metre)		Google Earth Üzerine İşaretlenen Nokta Koordinatları (metre)		FARK (metre)	
		X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)
ALÇILI	A.1	4511064.759	328101.280	4511069.732	328093.749	-4.973	7.531
	A.5	4511239.141	328322.596	4511243.632	328314.895	-4.491	7.701
	A.8	4511191.254	328484.414	4511195.862	328476.737	-4.608	7.677
	A.10	4510938.826	328434.622	4510943.252	328427.376	-4.426	7.246



Şekil 69. Çığırğan köyü heyelan gerçek ölçüm değerleri ile arazide google earth üzerine işaretlenen 4 noktanın google earth ortamında çakıştırılması

Kars İli Merkez İlçesi Çığırğan Köyü sınırları içerisinde meydana gelebilecek Heyelan alanın (envanter) ölçümü esnasında zeminde Google Earth üzerinden görünebilecek 4 nokta seçilmiş ve bu noktaların hem CORS-TR üzerinden, hem de Google Earth ortamından koordinatları alınarak iki durumda Google Earth üzerine aktarım yapılarak incelendi.



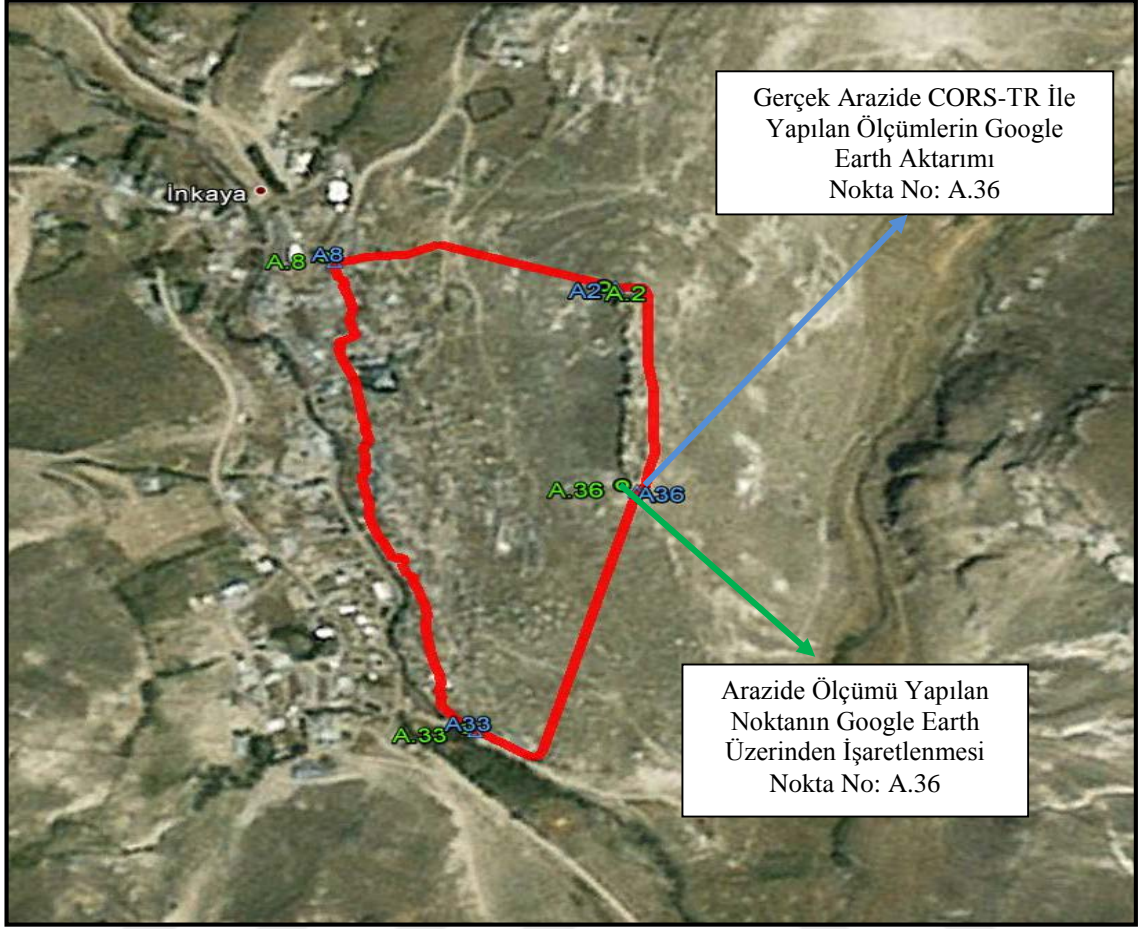


Şekil 70. Çığırğan köyü heyelan gerçek ölçüm değerleri ile arazide google earth üzerine işaretlenen 4 noktanın CBS ortamında çakıştırılması

Heyelan Duyarlılık Analiz Haritasının yapımında kullanılacak olan envanter verisinin güvenilirliği test edildi. Bu şekilde test edildikten sonra koordinatlar arasındaki farklar CBS ortamında her iki durumda aktararak incelendi.

Tablo 11. Çığırğan köyü heyelan CBS ortamında 4 noktanın koordinatlarının karşılaştırılması

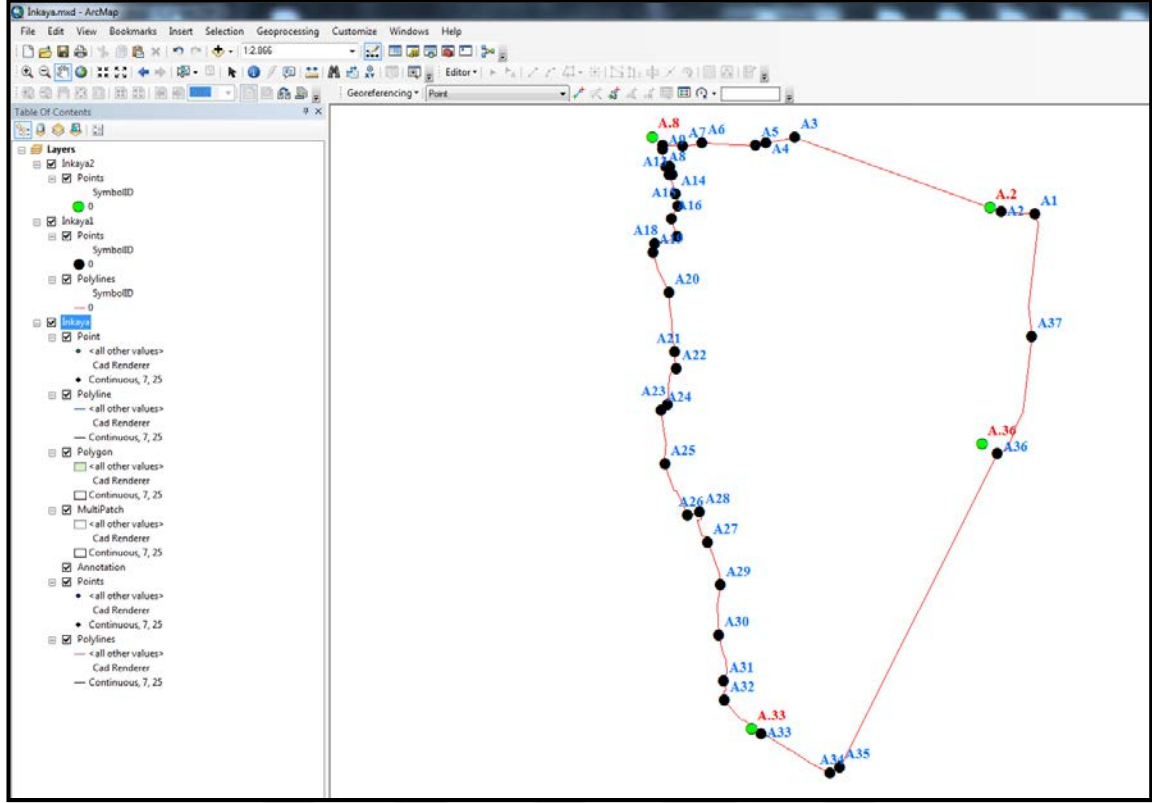
Seçilen Alan	Nokta No	Sahada Ölçülen Nokta Koordinatları (metre)		Google Earth Üzerine İşaretlenen Nokta Koordinatları (metre)		FARK (metre)	
		X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)
ÇIĞIRGAN	Ç.1	4501753.228	318465.635	4501756.872	318458.674	-3.644	6.961
	Ç.3	4501701.608	318548.721	4501705.142	318540.473	-3.534	8.248
	Ç.5	4501593.514	318549.917	4501598.822	318543.098	-5.308	6.819
	Ç.7	4501577.702	318476.903	4501582.982	318469.520	-5.280	7.383



Şekil 71. İnkaya köyü heyelan gerçek ölçüm değerleri ile arazide google earth üzerine işaretlenen 4 noktanın google earth ortamında çakıştırılması

Kars İli Merkez İlçesi İnkaya Köyü sınırları içerisinde meydana gelebilecek Heyelan alanın (envanter) ölçümü esnasında zeminde Google Earth üzerinden görünebilecek 4 nokta seçilmiş ve bu noktaların hem CORS-TR üzerinden, hem de Google Earth ortamından koordinatları alınarak iki durumda Google Earth üzerine aktarım yapılarak incelendi.



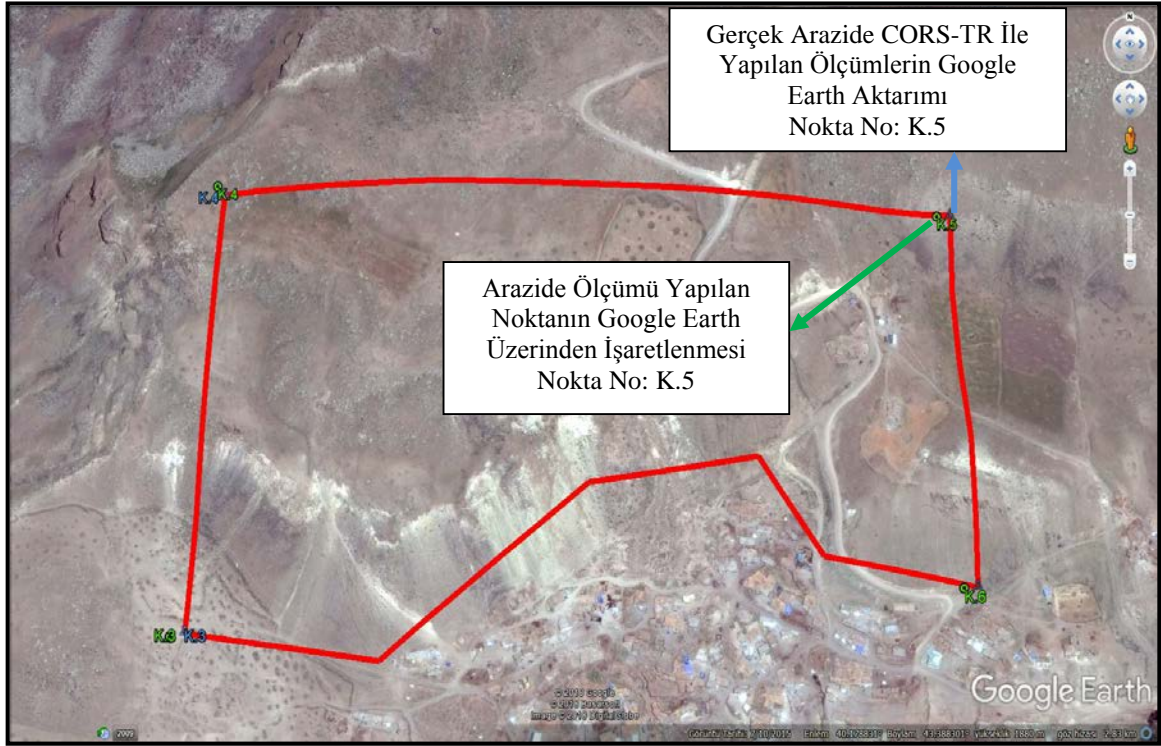


Şekil 72. İnkaya köyü heyelan gerçek ölçüm değerleri ile arazide google earth üzerine işaretlenen 4 noktanın CBS ortamında karşılaştırılması

Heyelan Duyarlılık Analiz Haritasının yapımında kullanılacak olan envanter verisinin güvenilirliği test edildi. Bu şekilde test edildikten sonra koordinatlar arasındaki farklar CBS ortamında her iki durumda aktarılarak incelendi.

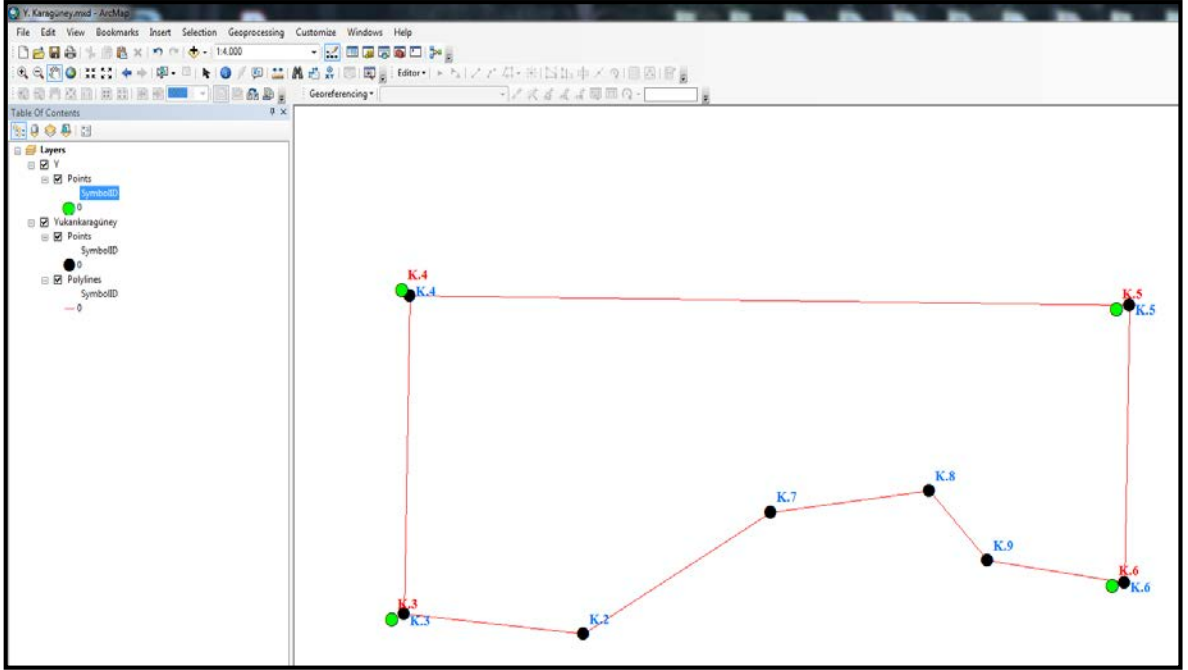
Tablo 12. İnkaya köyü heyelan CBS ortamında 4 noktanın koordinatlarının karşılaştırılması

Seçilen Alan	Nokta No	Sahada Ölçülen Nokta Koordinatları (metre)		Google Earth Üzerine İşaretlenen Nokta Koordinatları (metre)		FARK (metre)	
		X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)
İNKAYA	A.8	4452945.574	275824.617	4452953.352	275817.351	-	7.266
	A.2	4452875.448	276068.576	4452878.992	276060.199	-	8.377
	A.36	4452646.763	276058.450	4452656.032	276047.644	-	10.806
	A.33	4452386.599	275879.406	4452391.232	275872.430	-	6.976



Şekil 73. Yukarıkaragüney köyü heyelan gerçek ölçüm değerleri ile arazide google earth üzerine işaretlenen 4 noktanın google earth ortamında karşılaştırılması

Kars İli Merkez İlçesi Yukarıkaragüney Köyü sınırları içerisinde meydana gelebilecek Heyelan alanın (envanter) ölçümü esnasında zeminde Google Earth üzerinden görünebilecek 4 nokta seçilmiş ve bu noktaların hem CORS-TR üzerinden, hem de Google Earth ortamından koordinatları alınarak iki durumda Google Earth üzerine aktarım yapılarak incelendi.



Şekil 74. Yukarıkaragüney köyü heyelan gerçek ölçüm değerleri ile arazide google earth üzerine işaretlenen 4 noktanın CBS ortamında çakıştırılması

Heyelan Duyarlılık Analiz Haritasının yapımında kullanılacak olan envanter verisinin güvenilirliği test edildi. Bu şekilde test edildikten sonra koordinatlar arasındaki farklar CBS ortamında her iki durumda aktarılarak incelendi.

Tablo 13. Yukarıkaragüney köyü heyelan CBS ortamında 4 noktanın koordinatlarının karşılaştırılması

Seçilen Alan	Nokta No	Sahada Ölçülen Nokta Koordinatları (metre)		Google Earth Üzerine İşaretlenen Nokta Koordinatları (metre)		FARK (metre)	
		X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)
Y. KARA GÜNEY	K.3	4448803.920	362375.745	4448797.142	362362.018	6.778	13.727
	K.4	4449224.747	362389.968	4449232.122	362380.991	-7.375	8.977
	K.5	4449197.271	363202.877	4449192.642	363187.952	4.629	14.925
	K.6	4448830.870	363190.493	4448826.942	363176.764	3.928	13.729

Arazi ve Analiz işlemlerinde kullanılan aynı alanın incelenmesi yapılmıştır. Koordinatlar arasındaki farklar noktasal bazda değişiklik değil bir bütün şekilde kayıklık görülmüştür.

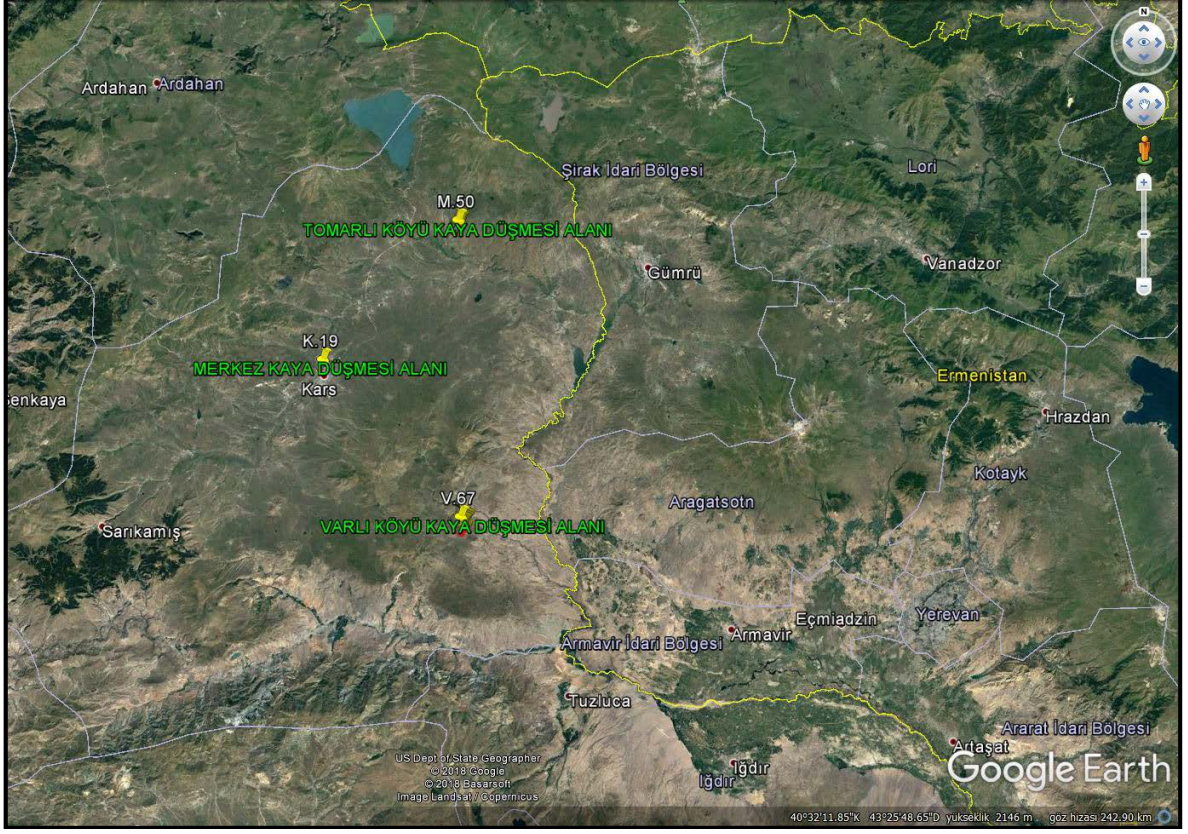
#### **4.4. Kaya Düşmesi Duyarlılık Analiz Haritalarının İncelenmesi**

Kaya Düşmesi Duyarlılık Analiz Haritalarının üretilmesinde sayısal yükseklik haritasının oluşturulması ile başlanılmıştır. Arazide önceden belirlediğimiz Kars İli sınırları içerisinde bulunan Merkez, Tomarlı Köyü ve Varlı Köyünde yaptığımız CORS-TR ölçümler ile gerçek saha değerlerini bir envanter verisi gibi düşünerek kullanmaya çalıştık. Belirlediğimiz alanlar gerçekte Kaya Düşmesi Afeti olayının olduğu yerlerdir. Kaya Düşmesi Duyarlılık Analiz Haritasında yapılan aşamalarda incelenecek kısım SYM haritasının üretiminden sonra üretilen kaynak alanları haritasının CBS ortamından Google Earth ortamına aktarılarak Kaya Düşmesi olabilecek alanların eklenmesi, analiz sonucu oluşan yerlerin düzeltilmesi ve bu şekildeki yapılan çalışmanın tekrar CBS ortamına aktarılması adımı incelendi. Envanter verilerinin bu aktarım sürecindeki durumu Kaya Düşmesi Duyarlılık Analiz Haritası yapım aşamasında incelendi. Envanter inceleme aşamasında Kars İlinde önceden olmuş Kaya Düşmesi Afete Maruz Bölge alanlarının Google Earth üzerinden işaretlenerek tekrar CBS ortamına aktarılması sürecidir. Bu süreçten sonra arazide belirlediğimiz 3 alanın, Google Earth üzerinde belirgin olan ve bu alanların 4 köşesini temsil eden noktalar alınarak, Google Earth üzerinden CBS ortamına aktarım yapılan bölgenin koordinatlarının karşılaştırılması sağlanarak inceleme tamamlanmaya çalışılmıştır.

Duyarlılık Analiz Haritası yapılırken Kaya Düşmesi kaynak alanlarının yapılmasındaki aşama incelenmiştir. Kaya Düşmesinin Duyarlılık Analiz aşamasında belirlenen kaya düşmesi alanlarının CBS ortamındaki Kaya Düşmesi kısmı +1, düşmeyecek olan kısımlar -1 olarak belirlenip, Google Earth ortamına aktarılması ile oluşturulan çalışma incelenip bu alanlar tekrar düzeltilmiş, saha çalışmalarında bu alanlar uzaktan gözlemlenerek işaretlemeler yapılmıştır. Google Earth üzerinden yapılan müdahaleler ile aktarılan Kaya Düşmesi Analiz Haritası düzenlenmesi, eklenmesi ve yeni yerlerin Google Earth üzerine eklenmesi ile son bulmuş ve yapılan bu çalışma tekrar CBS ortamına aktarılmıştır. Burada tamamen Google Earth ortamının gerçeği yansıttığı düşünülerek yapıldığı anlaşılmıştır.



Belirlediğimiz 3 envanter verisi ile biz bu yapılan çalışmanın Google Earth üzerinden ne derece doğru olabileceğini test etmiş olacağız.

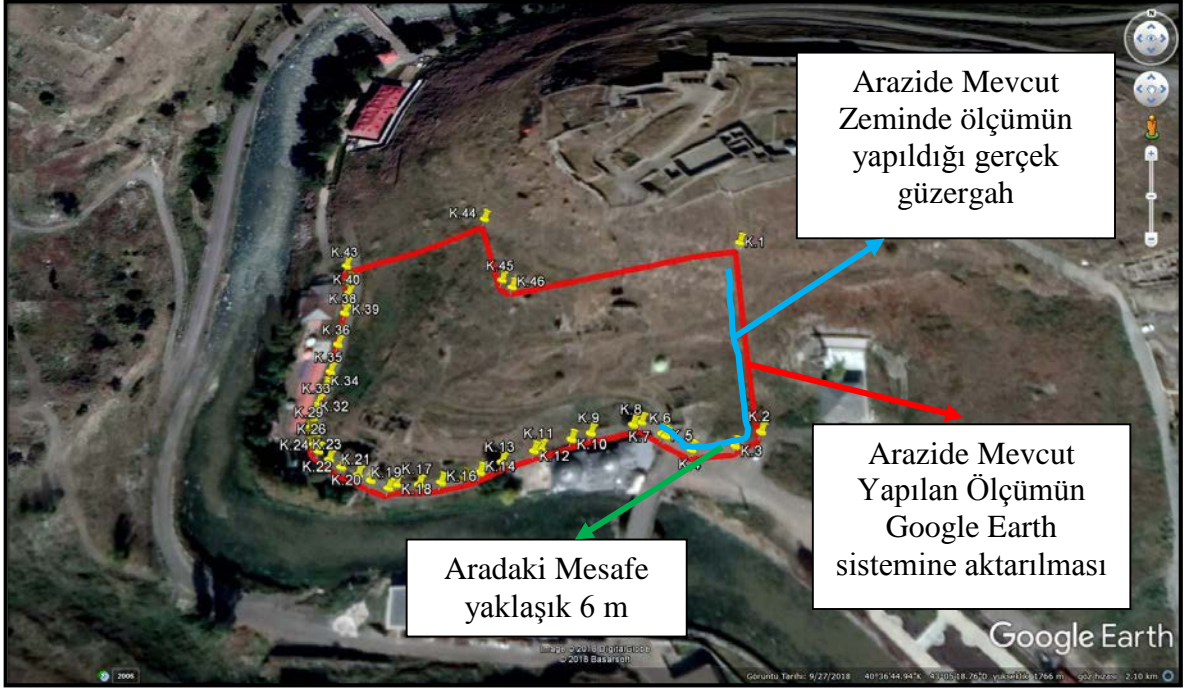


Şekil 75. Kars ili belirlenen kaya düşmesi alanları google earth görüntüsü

Kaya Düşmesi Duyarlılık Analiz Haritası yapımında belirlediğimiz Merkez, Tomarlı Köyü ve Varlı Köylerindeki alanların koordinat sistemini CBS ortamında analiz yaptığımız ED50-UTM-38 dönüştürüp Google Earth sistemine aktarımı yapılmıştır. Yapılan bu aktarımdan sonra Şekil 76-77-78' da görüldüğü gibi mevcut zemindeki bizim için sabit olan bölgeler ile yaklaşık olarak karşılaştırma yapılmıştır ve bu karşılaştırma ile Google Earth üzerindeki bir envanterin düzenlenmesi ve CBS ortamına aktarılmasındaki hatalar ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Google Earth üzerinden arazide CORS-TR ölçümü yapılırken belirgin olan sınır tespit edilerek işaretlenmiştir. Bu bizim alanlarımızın aktarım yapıldığında yaklaşık kayma mesafesini göstermektedir.

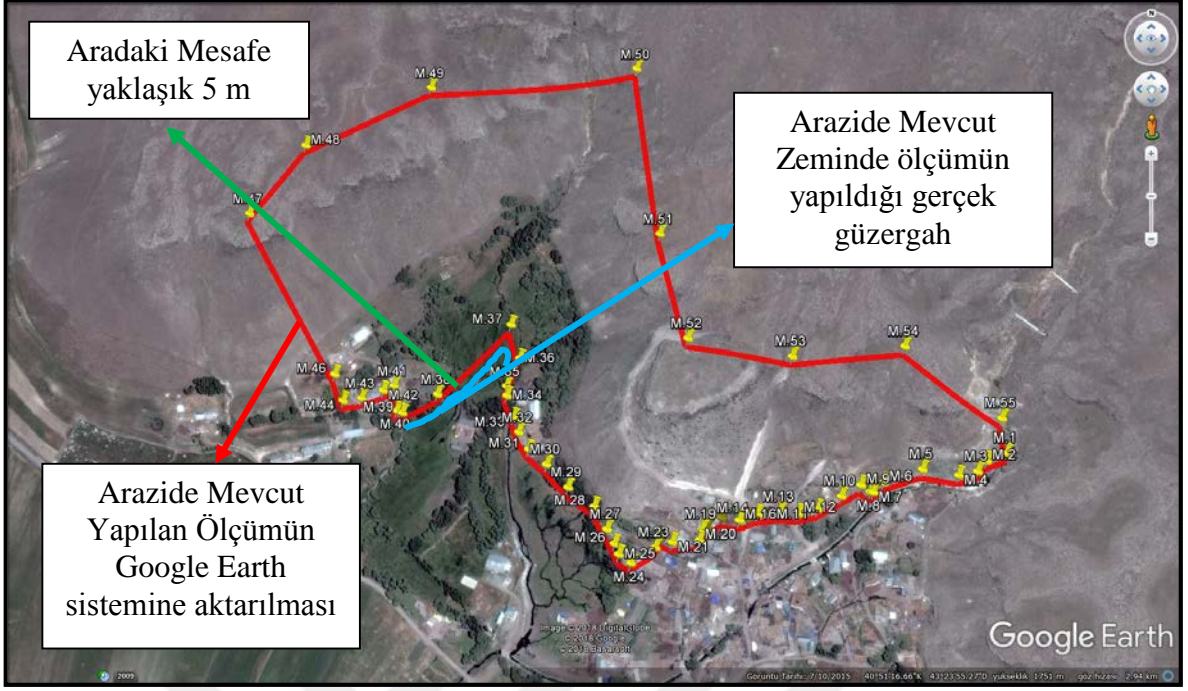


Kars İli Merkez İlçesinde yaptığımız ölçümler esnasında, belirlediğimiz ve Google Earth üzerinde işaretlediğimiz güzergahların, ölçümü yapılan envanter verisinin Google Earth ortamına aktarılması ile karşılaştırma yapılmış ve Şekil 76' da ki sonuçlar elde edilmiştir.



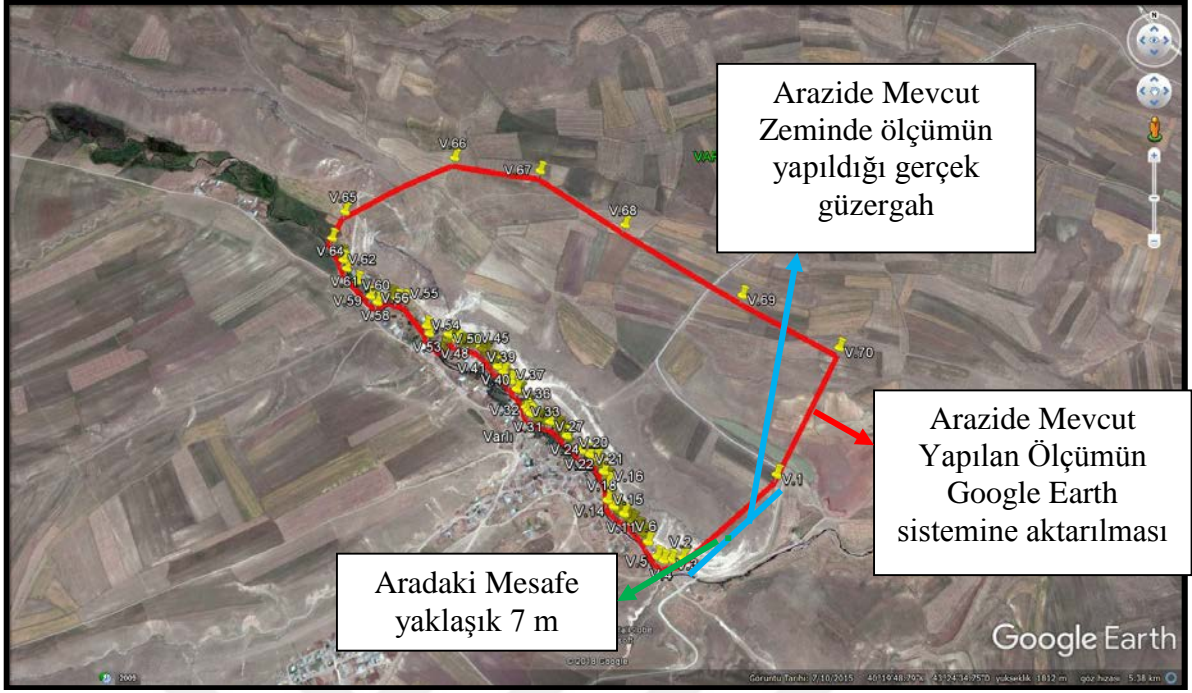
Şekil 76. Merkez kaya düşmesi alanı google earth görüntüsü

Kars İli Arpaçay İlçesi Tomarlı Köyünde yaptığımız ölçümler esnasında, belirlediğimiz ve Google Earth üzerinde işaretlediğimiz güzergahların, ölçümü yapılan envanter verisinin Google Earth ortamına aktarılması ile karşılaştırma yapılmış ve Şekil 77' de ki gibi sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil 77. Tomarlı kaya düşmesi alanı google earth görüntüsü

Kars İli Digor İlçesi Varlı Köyünde yaptığımız ölçümler esnasında, belirlediğimiz ve Google Earth üzerinde işaretlediğimiz güzergahların, ölçümü yapılan envanter verisinin Google Earth ortamına aktarılması ile karşılaştırma yapılmış ve Şekil 78' de ki gibi sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil 78. Varlı kaya düşmesi alanı google earth görüntüsü

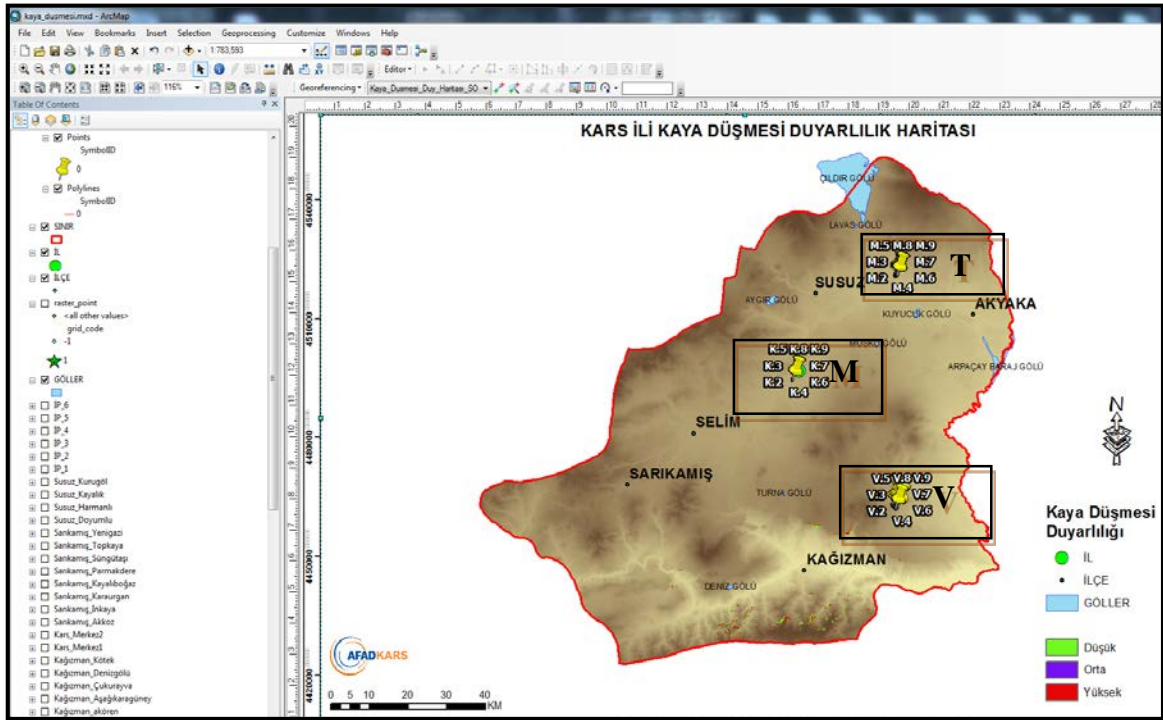
Kaya Düşmesi Duyarlılık Analiz Haritalarının temeli Bütünleşik Afet Risk Haritalarının Üretilmesidir. Altlık olarak kabul edilen bu Duyarlılık Analiz Haritaları genel olarak iki aşamadan oluştuğu görülmektedir. Bu SYM haritası ve yapılan analiz aşamalarında belirleyici rol oynayan envanter verileridir. Bu envanter verilerinin doğruluğu ve güvenilirliği yaptığımız çalışmanın genelini etkileyen bir durumdur. Görüldüğü gibi Kaya Düşmesi için belirlediğimiz alanların Duyarlılık Analiz Haritasının yapım aşamalarında kullanılması durumunda farkında varmadan oluşabilecek hataların ne derece farklı olduğu değişkenlik gösterildiği test edilmiş olduğu görülmektedir. Google Earth üzerinden envanter verilerinin farklılıkları ortaya koyulmaya çalışılmıştır.

#### 4.4.1. Kaya Düşmesi Duyarlılık Analiz Haritalarının Koordinatlarının İncelenmesi

Kars ili Örneğinde yapılan arazi ölçümlerinden sonra kullanılacak verilerin, CBS ortamına aktarıldıktan sonra analizlere sokulmaları ve bundan çıkacak ürünlerin nokta bazlı değerlendirilmesi yapılmaya çalışılmıştır. Yapılan çalışmada Mevcut zeminde alınan koordinatların ve CBS ortamına aktarılan koordinatların karşılaştırılması yapılmıştır.



Bu işlem yapılırken öncelikle arazide Google Earth üzerinden ölçüm yapılan alanın Google Earth görüntüsü üzerinde de görülecek şekilde her bir alan için 4 noktanın işaretlenmesi sağlanmıştır. Merkez (M), Tomarlı Köyü (T) ve Varlı Köyü (V) alanları için ayrı ayrı işaretlenen bu 4 nokta CBS ortamına her bir alan için ayrı ayrı aktarılmış ve bu noktalar arazi ölçümleri ile direk aktarılan CBS ortamındaki daha önceden Kaya Düşmesi Duyarlılık Haritası belirlenen 3 alan ile karşılaştırılması yapılmıştır.



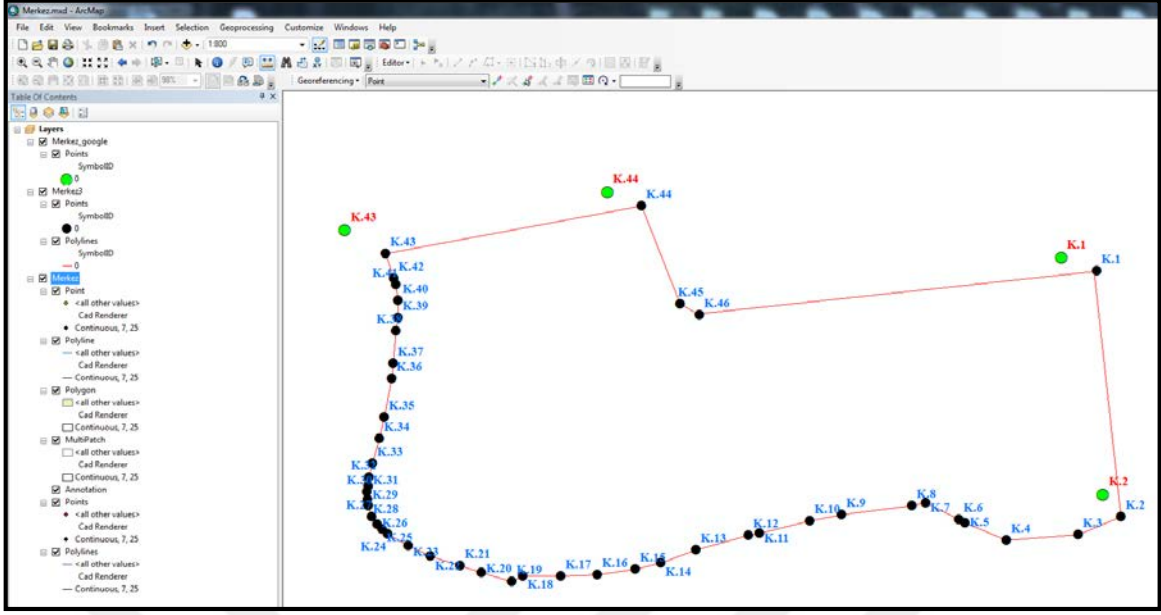
Şekil 79. Kaya düşmesi duyarlılık analizi seçilen 4 alanın CBS ' ne aktarım görüntüsü



Şekil 80. Merkez kaya düşmesi gerçek ölçüm değerleri ile arazide google earth üzerine işaretlenen 4 noktanın google earth ortamında karşılaştırılması

Kars İli Merkez İlçesi sınırları içerisinde meydana gelebilecek Kaya Düşmesi alanının (envanter) ölçümü esnasında zeminde Google Earth üzerinden görünebilecek 4 nokta seçilmiş ve bu noktaların hem CORS-TR üzerinden, hem de Google Earth ortamından koordinatları alınarak iki durumda Google Earth üzerine aktarım yapılarak incelendi.



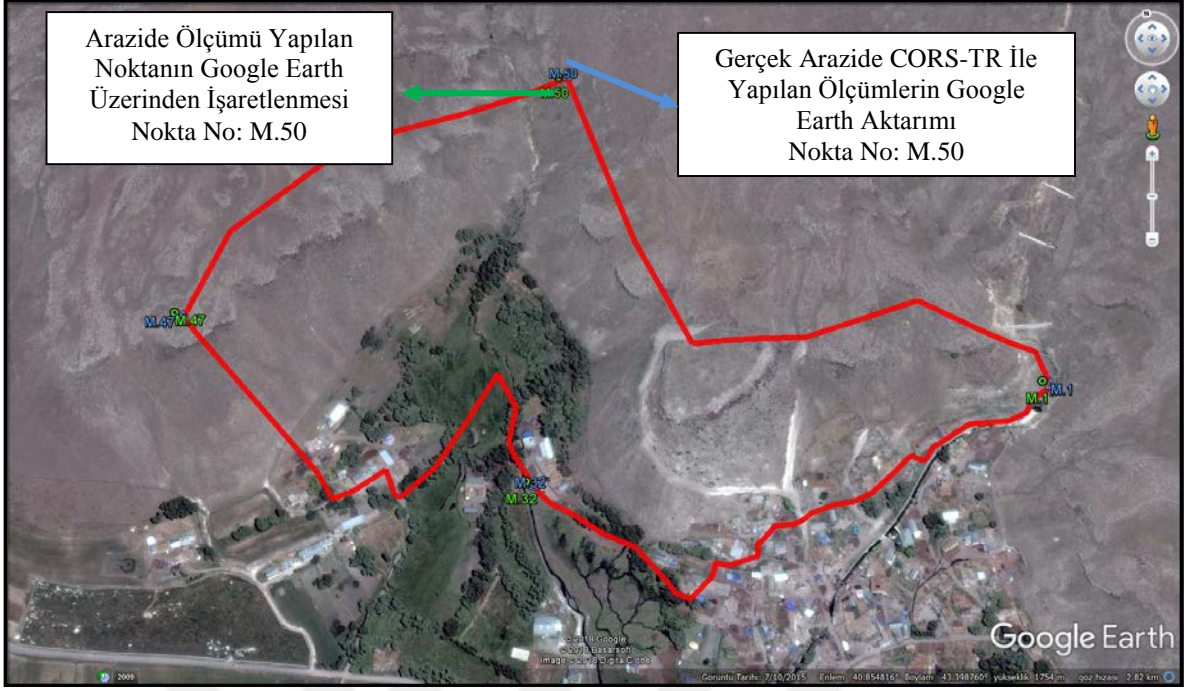


Şekil 81. Merkez kaya düşmesi gerçek ölçüm değerleri ile arazide google earth üzerine işaretlenen 4 noktanın CBS ortamında çakıştırılması

Kaya Düşmesi Duyarlılık Analiz Haritasının yapımında kullanılacak olan envanter verisinin güvenilirliği test edildi. Bu şekilde test edildikten sonra koordinatlar arasındaki farklar CBS ortamında her iki durumda aktarılarak incelendi.

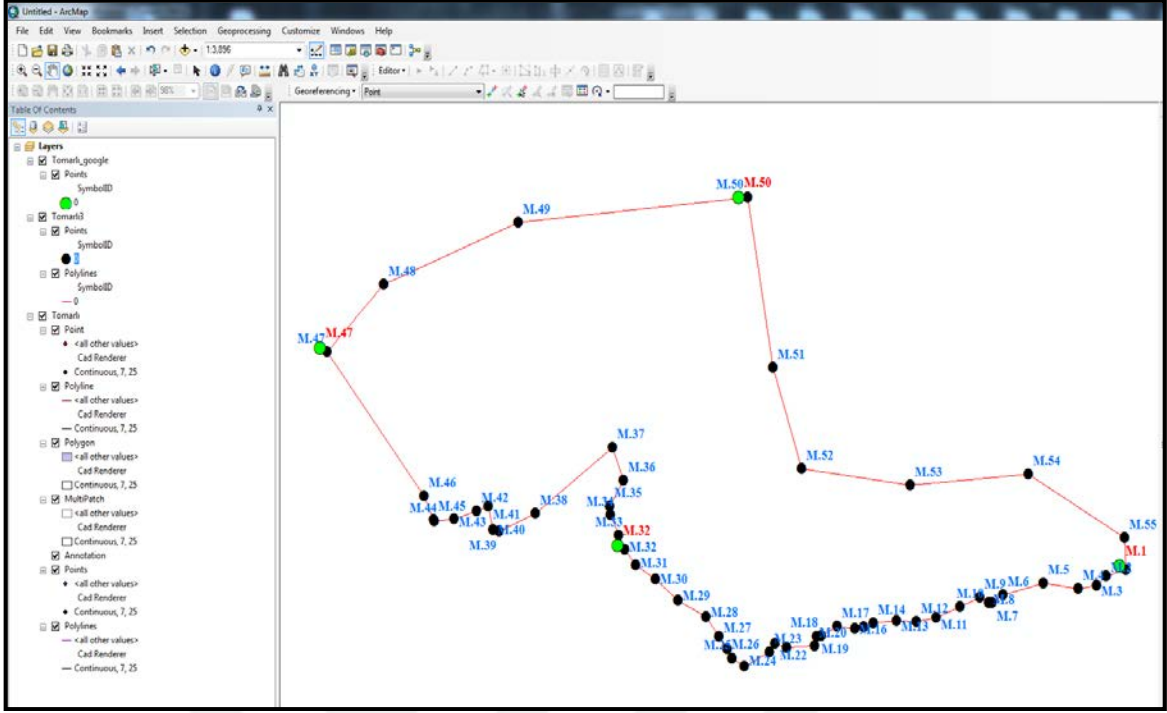
Tablo 14. Merkez kaya düşmesi CBS ortamında 4 noktanın koordinatlarının karşılaştırılması

Seçilen Alan	Nokta No	Sahada Ölçülen Nokta Koordinatları (metre)		Google Earth Üzerine İşaretlenen Nokta Koordinatları (metre)		FARK (metre)	
		X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)
MERKEZ	K.1	4497704.577	338365.552	4497708.812	338358.127	-4.235	7.425
	K.2	4497629.328	338370.331	4497636.262	338366.314	-6.934	4.017
	K.43	4497713.671	338200.285	4497721.032	338191.079	-7.361	9.206
	K.44	4497726.831	338260.435	4497731.222	338252.596	-4.391	7.839



Şekil 82. Tomarlı köyü kaya düşmesi gerçek ölçüm değerleri ile arazide google earth üzerine işaretlenen 4 noktanın google earth ortamında karşılaştırılması

Kars İli Arpaçay İlçesi Tomarlı Köyü sınırları içerisinde meydana gelebilecek Kaya Düşmesi alanın (envanter) ölçümü esnasında zeminde Google Earth üzerinden görünebilecek 4 nokta seçilmiş ve bu noktaların hem CORS-TR üzerinden, hem de Google Earth ortamından koordinatları alınarak iki durumda Google Earth üzerine aktarım yapılarak incelendi.

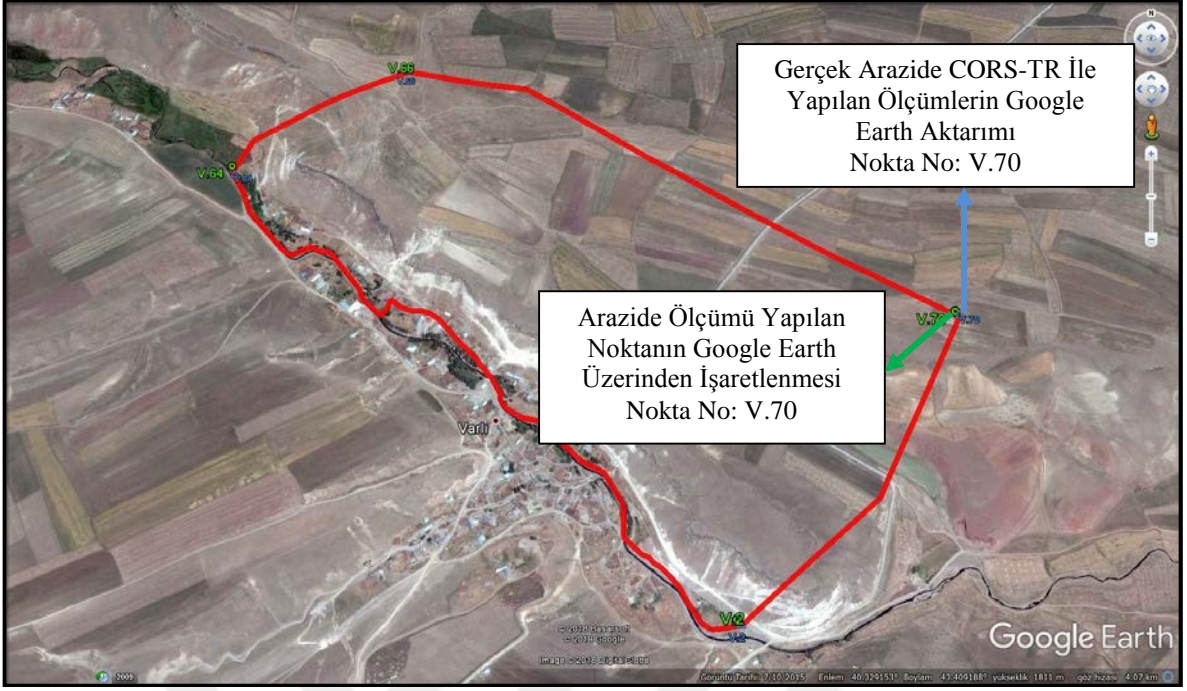


Şekil 83. Tomarlı köyü kaya düşmesi gerçek ölçüm değerleri ile arazide google earth üzerine işaretlenen 4 noktanın CBS ortamında karşılaştırılması

Kaya Düşmesi Duyarlılık Analiz Haritasının yapımında kullanılacak olan envanter verisinin güvenilirliği test edildi. Bu şekilde test edildikten sonra koordinatlar arasındaki farklar CBS ortamında her iki durumda aktarılarak incelendi.

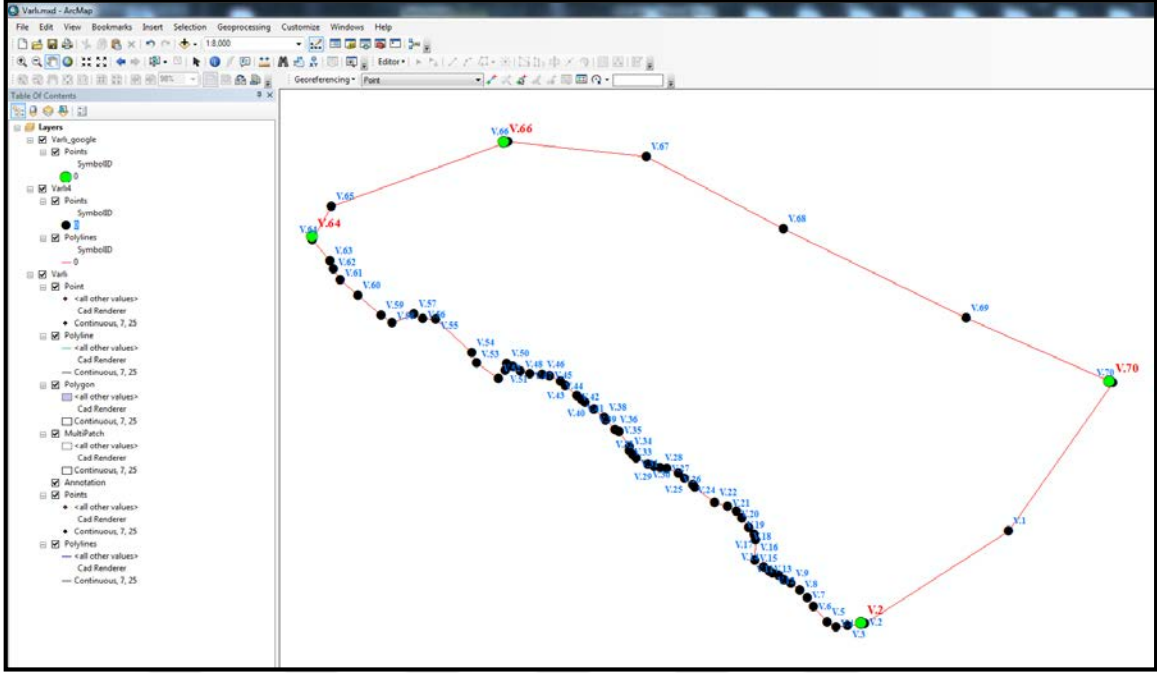
Tablo 15. Tomarlı köyü kaya düşmesi CBS ortamında 4 noktanın koordinatlarının karşılaştırılması

Seçilen Alan	Nokta No	Sahada Ölçülen Nokta Koordinatları (metre)		Google Earth Üzerine İşaretlenen Nokta Koordinatları (metre)		FARK (metre)	
		X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)
TOMARLI	M.1	4523877.242	365512.728	4523881.932	365506.181	-4.690	6.547
	M.32	4523914.411	364939.801	4523919.542	364932.158	-5.131	7.643
	M.47	4524180.342	364604.405	4524184.782	364596.307	-4.440	8.098
	M.50	4524373.843	365088.750	4524374.422	365078.912	-0.579	9.838



Şekil 84. Varlı köyü kaya düşmesi gerçek ölçüm değerleri ile arazide google earth üzerine işaretlenen 4 noktanın google earth ortamında karşılaştırılması

Kars İli Digor İlçesi Varlı Köyü sınırları içerisinde meydana gelebilecek Kaya Düşmesi alanının (envanter) ölçümü esnasında zeminde Google Earth üzerinden görünebilecek 4 nokta seçilmiş ve bu noktaların hem CORS-TR üzerinden, hem de Google Earth ortamından koordinatları alınarak iki durumda Google Earth üzerine aktarım yapılarak incelendi.



Şekil 85. Varlı köyü kaya düşmesi gerçek ölçüm değerleri ile arazide google earth üzerine işaretlenen 4 noktanın CBS ortamında karşılaştırılması

Kaya Düşmesi Duyarlılık Analiz Haritasının yapımında kullanılacak olan envanter verisinin güvenilirliği test edildi. Bu şekilde test edildikten sonra koordinatlar arasındaki farklar CBS ortamında her iki durumda aktarılarak incelendi.

Tablo 16. Varlı köyü kaya düşmesi CBS ortamında 4 noktanın koordinatlarının karşılaştırılması

Seçilen Alan	Nokta No	Sahada Ölçülen Nokta Koordinatları (metre)		Google Earth Üzerine İşaretlenen Nokta Koordinatları (metre)		FARK (metre)	
		X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)
VARLI	V.2	4465005.471	365182.376	4465009.142	365174.617	-3.671	7.759
	V.64	4466222.417	363893.946	4466231.972	363893.967	-9.555	-0.021
	V.66	4466518.110	364363.275	4466517.892	364353.606	0.218	9.669
	V.70	4465743.773	365784.862	4465748.352	365776.401	-4.579	8.461

Kaya Düşmesi Duyarlılık Analiz Haritalarının üretim aşamasındaki envanter verilerinin karşılaşılabileceği hata miktarları yapılan çalışma ile test edilmiş oldu. Bu şekilde ilerde ne tür hatalar ile karşılaşılabileceğimizi belirlemiş olduk.



## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan çalışmadan elde ettiğimiz bulgular sonucunda, Bütünleşik Afet Risk Haritalarının tamamlanmasını sağlayan Duyarlılık Analiz Haritalarının üretilmesinde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yöntem ve teknikleri, uzaktan algılama teknikleri ile CONEFALL yazılımı kullanılmıştır. Saha çalışmalarında 10 adet alan belirlenmiştir. Bu alanların 4 adeti Heyelan, 3 adeti Kaya Düşmesi ve 3 adeti Çığ Düşmesi olarak belirlenmiştir. Seçilen bu alanlar Kars İlinin genel olarak kapladığı alana yayılacak şekilde seçilmiş, gerçek afet olaylarının olduğu alanlardan belirlenmiştir. 1/25000' lik paftaların sayısal münhanileri (eğrileri) ile yapılan SYM (Sayısal Yükseklik Modeli) Haritası CBS kullanımında Duyarlılık Analiz Haritalarının altlığı oluşturması nedeniyle irdelenmiştir. CBS ortamında yapılan çalışmaların aynı ortamda değil, destek anlamında saha ve ofis çalışmasında Google Earth uydu görüntülerinin kullanılması sebebiyle oluşan hatalar incelenmiştir. Yapılan çalışma ile 1/25000' lik paftaların aynı koordinat sisteminde CBS ortamında sayısal münhanileri ile karşıtırmalarında 30 m - 70 m arasında ortalama kayıklıklar olduğu, bu hataların sabit olmadığı değışkenlik gösterdiği görülmüştür. 1/25000' lik bir paftanın sayısallaştırılması için 1mm pafta üzerindeki bir ölçümün arazi karşılığının 25 m olması göz önünde bulundurulduğunda, dikkat edilmesi gerektiği, SYM haritası üretiminde 1/25000' lik paftaların sayısal durumunun kullanılmasından dolayı sayısal ve sayısal olmayan paftalar incelenmiştir. Bu incelemede sayısallaştırma işlemlerinin gerektiği şekilde yapılmadığı anlaşılmıştır. Duyarlılık Analiz Haritalarının yapım aşamasındaki kullanılan envanter bilgilerinin doğruluğu ve CBS ortamına aktarım şekli incelenmiş, CORS-TR yöntemi ve ITRF96 sisteminde Kars İli genelinde belirlediğimiz 10 alanın (envanter) ölçümleri yapılarak koordinatları belirlenmiştir. Saha ölçümleri ile envanter verilerinin doğruluğu ve CBS ortamına aktarımları yapılan Google Earth üzerinden oluşturulmuş envanter verilerin karşılaştırılması bu saha ölçümleri ile yapılmıştır. Bu inceleme mevcut sahada yapılan ölçümler ile desteklenerek koordinatlar arasındaki farklar ortaya koyulmuştur. Sahada belirlenen envanter ölçümü esnasında ölçülen aynı noktanın karşılığı olarak Google Earth üzerinden işaretleme yapılarak, daha sonra ölçülen mevcut arazi koordinatlar direk CBS ortamına, Google Earth üzerine işlenen noktalarda bu ortamdaki CBS ortamına aktararak karşılaştırma yapılmış ve X koordinatlarında 7 metre, Y koordinatlarında 10 metre yaklaşık farklar bulunmuştur. Bu farklar değışkenlik göstermiştir.

Yapılan bu uygulama ile Duyarlılık Analiz Haritalarının bir çok envanter verisinin üretilmesi ve düzeltilmesinde aktif rol oynayan Google Earth sisteminin Kars İli genelindeki hata miktarı ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Bu bize yapılan çalışmamızda altlıkların önemini ve doğruluğunun ne derece üretilen haritalarda etkili olduğunu göstermiştir. Yapılan çalışma ile, Arşiv ve MTA verileri CBS ortamına aktarımı doğru yapılması ya da koordinatlarının direk olarak CBS ortamına girilmesi daha iyi sonuçlar elde edilmesini sağlayacaktır. Google Earth uydu görüntüsü Afet Envanter bilgilerinin sınırlarını düzeltmek için değil bölge hakkında bilgi sahibi olmak için kullanılması, arazi de bunun yerinde görülmesi ve düzeltme yapılacaksa 1/5000' lik kadastral paftalardan yoksa 1/25000' lik paftalar üzerinden yerlerin belirlenmesi ve düzeltilmesi CBS ortamına aktarılan verinin doğruluğunu arttıracaktır. Uydu görüntülerinin kullanımında daha hassas uydu görüntüsü temin edilmesi, yoksa Google Earth görüntüsünün Kars genelindeki gerçek saha ölçümleri ile olan bölgesel ve lokal alanlar belirlenerek bir dönüşüm oluşturulması ve buna göre verilerin ötelenmesini yada gerçeğe yakın bir değer haline gelecek şekilde düzeltilmesi daha sağlıklı olacaktır. Yapılan çalışma ile verilerin fazlalığı ya da doğruluğundan ziyade kullandığımız altlıkların doğru yöntemler ile CBS ortamına aktarımının üreteceğimiz Duyarlılık Analiz Haritalarının doğruluğu ile paralellik gösterdiği anlaşılmıştır. SYM haritası üretildikten sonra saha çalışması yapılarak Kars il geneli belirli yerlerden X, Y ve Z koordinatları alınarak SYM' nin doğruluğu kontrol edilebilir. Saha ölçümleri yapılmadan direk doğruluğunun test edilmediği ya da bilinmediği sistemler üzerinden veri üretilmesi doğru olmadığı bilinmelidir. Üretilen ve üretilmesi düşünülen Duyarlılık, Tehlike ve Risk Haritalarının sahada ölçümler yapılarak test edilmesi, yapılan çalışmanın daha doğru olmasını sağlayacağı düşünülmelidir. Bu sebeplerden dolayı yapılan çalışmalarda Harita Mühendisi bulundurulması önemlidir.

## 6. KAYNAKLAR

1. Aktimur, H.T., Tekirli, M.E., Yurdakul, M.E., Ürgün, B.M. ve Ercan, T., 1/100.000 Ölçekli Açın-sama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi Ardahan - F50 Paftası, Jeoloji Etütler Dairesi MTA Yayınları, Yayın no: 39, Ankara, 1992.
2. Aktimur, H.T., Tekirli, M.E., Yurdakul, M.E., Ürgün, B.M. ve Ercan, T., 1/100.000 Ölçekli Açın-sama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi Erivan - G51 Paftası, Jeoloji Etütler Dairesi MTA Yayınları, Yayın no: 41, Ankara, 1992.
3. Karabalık, N.N., 1/100.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Kars - G59 Paftası, Jeoloji Etütler Dairesi MTA Yayınları, Yayın no: 182, Ankara, 2013.
4. Kars Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, Kars İli Çevre Durum Raporu (2004), Yayın No: 1, Ankara, 2005.
5. Korkmaz, A. ve Okur, F., Heyelan Duyarlılık Analiz Raporu, Kars İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü Rapor No:1, KARS (yayımlanmamış), 2018.
6. Korkmaz, A. ve Okur, F., Çığ Düşmesi Duyarlılık Analiz Raporu, Kars İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü Rapor No:1, KARS (yayımlanmamış), 2018.
7. Korkmaz, A. ve Okur, F., Kaya Düşmesi Duyarlılık Analiz Raporu, Kars İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü Rapor No:1, KARS (yayımlanmamış), 2018.
8. Sümergen, M., 1/100.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Kars - H49 Paftası, Jeoloji Etütler Dairesi MTA Yayınları, Yayın no: 107, Ankara, 2009.
9. [www.afad.gov.tr/upload/Node/3474/xfiles/cig\\_pratik\\_kilavuz\\_tr.pdf](http://www.afad.gov.tr/upload/Node/3474/xfiles/cig_pratik_kilavuz_tr.pdf). 12 Eylül 2018
10. [www.afad.gov.tr/upload/Node/3495/xfiles/sozluk.pdf](http://www.afad.gov.tr/upload/Node/3495/xfiles/sozluk.pdf), Açıklamalı Afet Yönetimi Terimler Sözlüğü. 12 Ekim 2018.
11. [www.afad.gov.tr/upload/Node/2311/files/Afet\\_Tehlike\\_Haritalari\\_hk\\_genelge.pdf](http://www.afad.gov.tr/upload/Node/2311/files/Afet_Tehlike_Haritalari_hk_genelge.pdf). 10 Eylül 2018.
12. [www.esrefatabey.com.tr/upload/tibbi\\_jeoloji\\_dosya310.pdf](http://www.esrefatabey.com.tr/upload/tibbi_jeoloji_dosya310.pdf). 11 Eylül 2018.
13. [www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=F](http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=F). 11 Eylül 2018.
14. <https://deprem.afad.gov.tr/>. 09 Ağustos 2018.

## ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında Ardahan İline bağılı Göle İlçesinde doğdu. Liseyi Göle 100. Yıl Lisesinde 2000 yılında tamamladı. Karadeniz Teknik Üniversitesinden 2008 yılında Harita Mühendisi olarak mezun oldu. Kars İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğünde 2010 yılında Mühendis olarak göreve başladı. Halen memur olarak görev yapmakta olup, Planlama ve Zarar Azaltma Şube Müdürlüğü görevini yürütmektedir. Evli ve bir kız çocuğı vardır. İngilizce bilmektedir.

